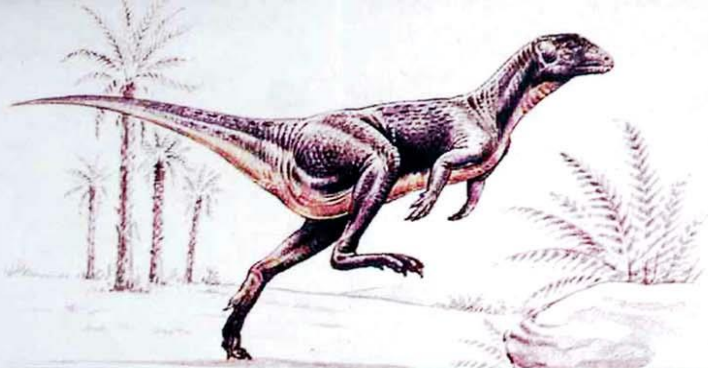


La verdadera historia de los dinosaurios

Alan Charig

Biblioteca
Científica
Salvat

La verdadera historia de los dinosaurios

Alan Charig

SALVAT

Versión española de la obra *A new look at the dinosaurs,*
publicada por el British Museum (Londres)

Traducción: Jordi Fibla
Diseño de cubierta: Ferran Cartes / Montse Plass

Escaneado: thedoctorwho1967.blogspot.com
Edición digital: elumbriel (2018)
Corrección: Sargont

ISBN: 84-345-8880-3 (Obra completa)
ISBN: 84-345-8882-X (Volumen 2)
Depósito Legal: B-24167-1993
Publicada por Salvat Editores, S.A., Barcelona
Impresa por Printer, i.g.s.a.. Agosto 1993
Printed in Spain

ÍNDICE

PREFACIO

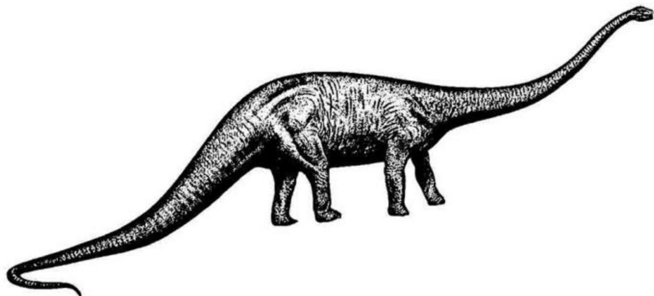
Con toda probabilidad, la mayoría de los lectores de este libro se interesarán por los dinosaurios, pues es razonable suponer que muy pocos de los no interesados en ellos se habrían molestado siquiera en abrirlo. También es probable que muchos de mis lectores sean personas inteligentes con una amplia gama de intereses y grandes conocimientos de otros temas. No obstante, he descubierto que a menudo esa clase de personas logran realizar la notable hazaña de pasar por la vida sin adquirir ni tan sólo un mínimo de información veraz sobre los dinosaurios, algo similar a lo que me sucede a mí, que me las he ingeniado para aprender muy poco de cualquier otro tema.

Por ello me he puesto a escribir sin ninguna consideración previa, dando por supuesto que muchos de mis lectores no saben prácticamente nada de los dinosaurios ni de cuanto se relaciona con ellos; y en el caso de que sepan algo, lo más probable es que hayan aprendido nociones erróneas o desfasadas. Una larga experiencia me ha enseñado la clase de preguntas que se formulan con más frecuencia y las ideas equivocadas más ampliamente difundidas. Esto significa —si he conseguido mi propósito— que nada de lo que se dice en esta obra debe rebasar la comprensión de cualquier persona, y que no debería ser necesario recurrir a otros libros en busca de explicaciones. Sólo cuando el apetito de conocimiento se haya agudizado, el lector se verá impulsado a buscar en otro lugar informes más detallados y, en algunos casos, puntos de vista diferentes. En cuanto al lector mejor informado que descubra en el libro muchas cosas que ya conocía, le ofrezco mis humildes excusas. De todos modos, también hallará consuelo, puesto que sin duda estas páginas contienen algunos detalles y noticias de interés incluso para él.

Deseo expresar mi agradecimiento a John Attridge (Birbeck College, University of London) y a los doctores William Ball (paleontólogo del British Museum) y Edwin Colbert (Mu-

seum of Northern Arizona) por su paciente lectura de mi manuscrito y sus valiosos comentarios y críticas. También deseo expresar mi gratitud a mi esposa, Marianne Charig, por mecanografiar el manuscrito y ayudarme en todo lo posible.

Alan Charig



Mucha gente cree que todos los dinosaurios eran parecidos al *Diplodocus*. Este dinosaurio medía unos 26 m. de longitud.

I. ¿QUÉ FUERON LOS DINOSAURIOS?

Para la mayoría de nosotros, la palabra «dinosaurios» evoca una imagen bastante confusa de extrañas criaturas prehistóricas del remoto pasado. Representémonos esta imagen aun cuando, como descubriremos pronto, en gran parte está lejos de ser exacta. Bestias enormes, mucho mayores que cualquier elefante, pacían plácidamente hace millones de años en vaporosas marismas, mientras que otras, menos imponentes pero equipadas con dientes y garras formidables, acechaban a sus confiadas presas. Carecían de enemigos, excepto entre ellos mismos, pues, ¿qué animal de menor envergadura se atrevería a atacar a tales gigantes?

No obstante, según la creencia popular, la vida de los dinosaurios estaba lejos de ser idílica, pues les asediaban toda clase de problemas. Se tiende a considerarlos animales de «sangre fría», como los reptiles actuales y, en consecuencia, no muy enérgicos. Se supone que se movían poco, y que cuando lo hacían sus movimientos eran lentos y torpes. Tropezaban con los troncos de los árboles, caían y se rompían las patas. Algunos eran tan voluminosos que, cuando caían, ya no podían incorporarse. Sus cerebros eran muy pequeños, por lo que debían ser extremadamente estúpidos. Necesitaban ingentes cantidades de alimentos para mantener en funcionamiento sus cuerpos gigantescos, pero su tremendo peso y su torpeza, su lentitud e indolencia y su estupidez parecían ofrecerles pocas oportunidades de salir adelante. No podían correr con la suficiente rapidez para capturar animales con los que alimentarse, y ni siquiera eran lo bastante activos para hallar plantas suficientes que comer. Pronto se murieron de hambre y acabaron por extinguirse. Sólo quedan sus huesos. Ahora, montados sus esqueletos en nuestros museos, nos llenan de asombro por su tamaño fantástico.

Esta desgraciada historia de los dinosaurios y su desaparición —en su mayor parte incorrecta hasta el desatino— ha tenido como consecuencia el uso de la palabra «dinosaurio»

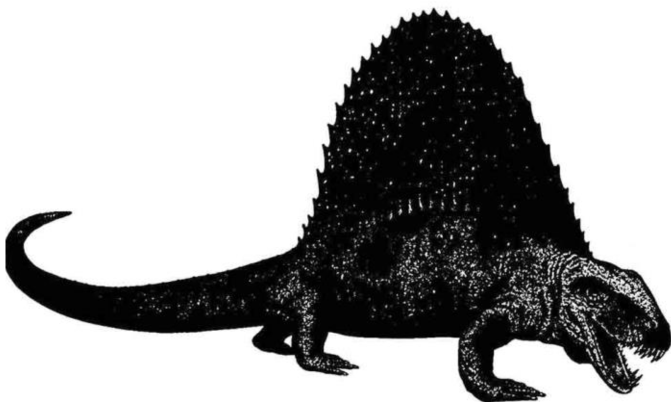
como un término despectivo. Se emplea para describir algo anticuado, pasado de moda, que tal vez ha crecido demasiado, lento en exceso y muy engorroso; algo que apenas tiene ya utilidad en nuestro mundo moderno, como los grandes transatlánticos de la North Atlantic, el *Queen Mary* y el *Queen Elizabeth*.



Pterodáctilo del género *Pterodactylus* comiéndose un pez. Envergadura característica de las alas: 55 cm. No era un dinosaurio.

Sin embargo, la verdadera historia del dinosaurio difiere mucho de la que acabamos de exponer. Quizás antes de entrar en detalles debamos aclarar que no todo cuanto se dice en este libro concuerda con lo que puede leerse en otros libros, revistas o periódicos, o con lo que puede oírse por la radio o verse por televisión. Existen dos razones para ello. En primer lugar, muchas de las personas que escriben libros, artículos y guiones para programas de radio y televisión no son paleontólogos ni expertos en fósiles (aunque ellos mismos se titulen así) y con frecuencia cometen errores. Lo que se escribe en un libro o en un guión, generalmente se ha copiado de otro. Así, si un libro está anticuado o trata de un modo erróneo determinados aspectos, es muy posible que esos errores se reproduzcan en otros

libros. En segundo lugar, ni siquiera los paleontólogos profesionales saben, en realidad, mucho sobre estos extraños animales tan antiguos. Todavía están descubriendo nuevos dinosaurios, realizando más hallazgos acerca de los ya descubiertos y concibiendo nuevas teorías sobre el modo en que estas criaturas vivían y se comportaban. Muchas de las ideas que los especialistas tenían por ciertas hace una veintena de años, hoy se consideran con frecuencia totalmente erróneas. Y, en determinados aspectos, los expertos están en desacuerdo entre ellos. En efecto, en los últimos años se han producido animadas controversias sobre temas relacionados con los dinosaurios, en su mayor parte todavía sin resolver, y cuyo seguimiento es fascinante, en especial para el lector que esté preparado para tomar partido.



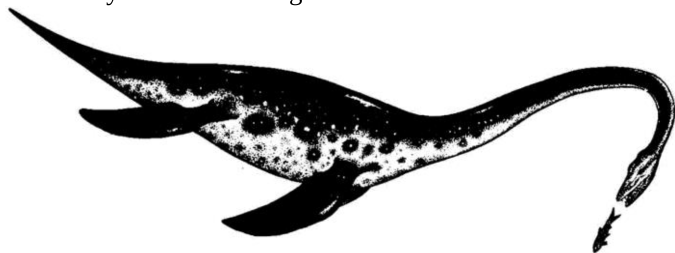
Pelicosaurio con aleta dorsal: *Dimetrodon*. Llegaba a alcanzar una longitud de 3,3 m. No era un dinosaurio.

¿Qué es, pues, un dinosaurio? Muchas personas no suelen tenerlo, ni mucho menos, claro, y las ideas difieren de manera considerable. Algunos creen que cualquier animal prehistórico (de preferencia con un nombre impronunciable) es un dinosaurio. Para ellos, no sólo son dinosaurios el conocido *Diplodocus* y los *Tyrannosaurus*, *Brontosaurus* y *Stegosaurus*, sino también (y en esto se equivocan por completo) los pelicosaurios, caracterizados por sus aletas dorsales, los alados pterodáctilos,

los grandes reptiles marinos e incluso los mamuts lanudos. Otros creen —y también están en un error— que el dinosaurio fue un solo tipo de reptil extinto. La mayoría de estas personas, si se les pregunta cuál era el aspecto de «el dinosaurio», probablemente dirán que era una criatura enorme de cuatro patas con el cuello muy largo y la cabeza pequeña, que vivía en las aguas poco profundas de los grandes lagos.

La verdad radica en algún punto entre estos dos extremos. Los dinosaurios son un grupo particular de reptiles prehistóricos; pero dentro de este grupo había centenares de especies diferentes, de la misma manera que hoy existen muchos mamíferos distintos (puerco espines, leones, caballos, murciélagos, ballenas, hombres). Algunos eran realmente muy grandes y llegaban a pesar hasta ochenta toneladas o más —¡tanto como veinte elefantes de gran tamaño!—, pero otros eran muy pequeños: el dinosaurio más pequeño conocido no era mayor que un zorzal y debía de pesar unos pocos gramos. Algunos corrían sobre sus patas traseras, mientras que otros se desplazaban a cuatro patas. Los había que sólo se alimentaban de plantas, mientras otros comían carne, matando a otros animales (dinosaurios incluidos). Una importante diferencia entre los dinosaurios y los mamíferos era que los primeros, en su totalidad, vivían en tierra, aunque algunos podían aventurarse en pantanos y lagos. Ninguno habitaba en el mar ni volaba, a menos que consideremos a las aves como descendientes de dinosaurios, pero éste es otro problema (véase cap. XVII). Sin embargo, a pesar de su gran variedad, si los dinosaurios formaban un grupo zoológico debían compartir, al menos, algunos caracteres comunes por los que este grupo podría definirse. La historia del descubrimiento de los dinosaurios empezó con Gideon Mantell (1790-1852; véase cap. VI), un doctor de Sussex y geólogo aficionado que halló dientes y huesos en las canteras de su comarca, allá por la década de 1820. Mantell creyó que el hallazgo correspondía a un grupo totalmente nuevo de animales, cuya existencia no se había sospechado hasta entonces. Parecían haberse caracterizado por su enorme tamaño y sus hábitos herbívoros, cualidades —así se creía en aquel entonces— reunidas sólo en ciertos tipos de mamíferos. No obstante, en

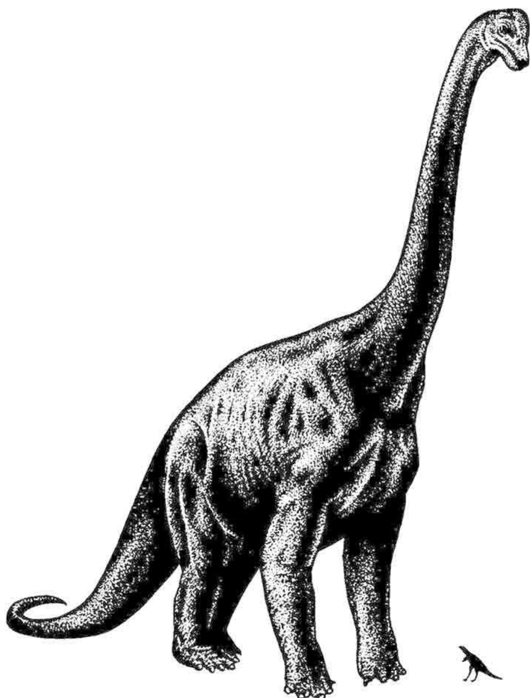
todos los demás aspectos, las criaturas de Mantell parecían haber sido auténticos reptiles, y Mantell prefería considerarlos como tales. Sus creencias fueron confirmadas por el gran zoólogo francés barón Georges Cuvier (1769-1832; véase p. 52), quien, en 1824, admitió generosamente que se había equivocado en su anterior negativa a aceptar la naturaleza reptiliana de los descubrimientos de Mantell. La idea que éste y Cuvier se formaron de este grupo de enormes reptiles herbívoros (un grupo para el que ninguno de los dos sugirió un nombre) sin duda debió excluir todo carnívoro gigante fósil, de los que por entonces ya se conocían algunos.



Un reptil marino: *Plesiosaurus*. Longitud característica: 3 m. No era un dinosaurio.

Sin embargo, en 1841, gracias a los nuevos descubrimientos efectuados en 1825, Richard Owen (1804-1892; véase p. 55) sugirió la existencia de un grupo mayor que no excluía las formas carnívoras. Owen concibió el nombre de *dinosaurios* para este grupo más amplio y definió a sus miembros por las características de sus esqueletos, algunas de las cuales se parecían a las de otros grupos de reptiles, mientras que otras eran exclusivas de los dinosaurios; aunque mencionó también su tamaño gigantesco, «que sobrepasa en mucho al de los mayores reptiles actuales», y el hecho importante de que habían vivido en tierra firme. Por otro lado, no mencionó los hábitos herbívoros que les habían atribuido Mantell y Cuvier. Y entre las tres formas que citó como los mejores ejemplos de su nuevo grupo de dinosaurios, incluía una (*Megalosaurus)* que, por la configuración de sus dientes, debió de ser con toda evidencia un carnívoro altamente predatorio. Un consecuencia, desde los

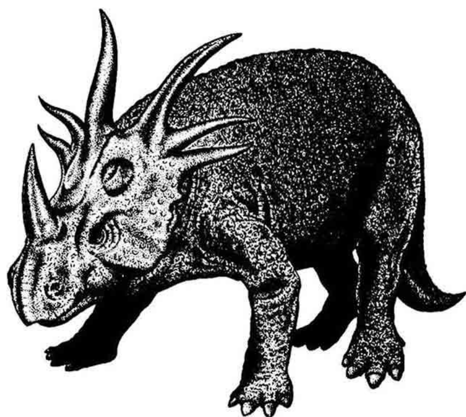
tiempos de Owen ya no se ha considerado el modo de vida vegetariano como un atributo necesario de los dinosaurios. Tampoco el gran tamaño puede considerarse actualmente como una característica esencial de dichos animales, pues en los últimos cien años se han desenterrado los restos de numerosos dinosaurios muy pequeños. Incluso la creencia de que los dinosaurios deberían clasificarse como reptiles ya no es compartida por todo el mundo (véase cap. XVII).



Uno de los mayores dinosaurios conocidos, *Brachiosaurus***,** comparado con uno de los más pequeños. En realidad, aún existieron dinosaurios de menores dimensiones (véanse pp. 142-143).

Así pues, las tres características esenciales sobre las que Mantell y Cuvier basaban el reconocimiento del grupo han sido

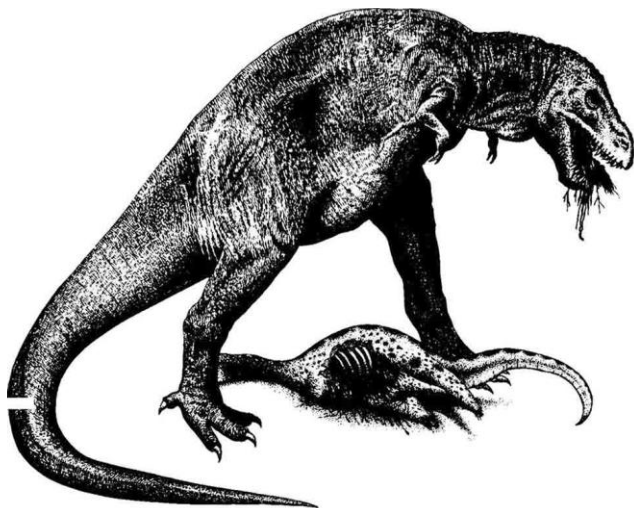
desechadas por los expertos, o al menos puestas en tela de juicio. Aún se cree que los dinosaurios habitaron sólo en tierra firme (o, como mucho, fueron semiacuáticos en aguas dulces); pero incluso esta supuesta característica no tiene una utilidad particular para definir al grupo, puesto que no existe una razón lógica por la que algunos dinosaurios no pudieran haber habitado en el mar y por la que algún día no puedan descubrirse los restos de tales criaturas. En fecha reciente (1972) se afirmó que un pequeño dinosaurio localizado en el sur de Francia poseía los miembros delanteros en forma de remo, y que su modo de vida debió de ser intermedio entre el de la garza y el pingüino; sin embargo, las pruebas al respecto no son en modo alguno convincentes.



Un dinosaurio cuadrúpedo: *Styracosaurus*. Longitud característica: 5,25 m.

¿Qué características nos permiten pues definir a los dinosaurios? De hecho, desde fines del siglo XIX ha ido ganando aceptación la teoría de que los llamados dinosaurios formaban dos grupos separados, los saurisquios (que significa «cadera de lagarto») y los omitisquios («cadera de ave»). Cada grupo tiene su propia serie de características comunes, que comentaremos en el capítulo X. No hay duda de que los saurisquios y los omitisquios se relacionan entre sí, pues ambos son miembros de un conjunto mayor (los arcosaurios o «reptiles predominantes»).

Si pudiéramos retroceder lo suficiente en el tiempo, descubriríamos sin duda que ambos grupos descendieron del mismo antepasado, un arcosaurio (véase cuadro p. 95). Pero los saurisquios y los omitisquios puede que no estén más íntimamente relacionados entre sí de lo que están con ciertos grupos de arcosaurios a los que no se considera dinosaurios, tales como los crocodilios y los pterosaurios. Todavía no existen pruebas de que el arcosaurio antepasado común de los saurisquios y omitisquios —el antepasado común de todos los dinosaurios— fuera sólo el antepasado de los dinosaurios y no también de los demás arcosaurios no dinosaurios. En otras palabras, todavía no se ha demostrado que los «dinosaurios» formen un grupo natural, y es muy posible que jamás se demuestre... ¡por la sencilla razón de que el grupo natural en cuestión puede no haber existido!



Un dinosaurio carnívoro, *Tyrannosaurus,* devorando un animal muerto. Longitud característica: 12 m.

La mayor parte de las características que se encuentran tanto en los esqueletos de los saurisquios como en el de los omitisquios son, pues, características comunes a los esqueletos

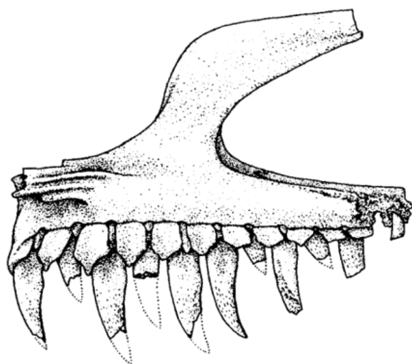
de todos los arcosaurios (y que también se encuentran, por ejemplo, en los crocodilios) o distribuidas aún más ampliamente (tal vez en *todos* los reptiles). Aunque estas características de los arcosaurios son en general de un tecnicismo excesivo para relacionarlas aquí, podríamos mencionar algunas de las más importantes. Una de ellas es la presencia de «ventanas» a los lados del cráneo, lo cual, en casos extremos, forma un cráneo que tiene más de andamiaje que de estructura sólida y que sin duda explica el extraordinario porcentaje de fósiles de arcosaurio en los que el cráneo está roto en pequeños fragmentos o falta por completo. Es característica la existencia de cuatro grandes aberturas a cada lado. La mayor, la *órbita*, albergaba el ojo; detrás de la órbita se encuentran dos *aberturas temporales*, una encima de la otra, que permitían a los músculos de la mandíbula aumentar de volumen cuando se contraían, y probablemente servían también para aligerar el cráneo; y delante de la órbita hay una *abertura anteorbital* que podía haber contenido una glándula, tal vez una glándula excretora de sal. Las dos aberturas temporales son características de una subdivisión aún más amplia de los reptiles, la de los diápsidos (véase cap. X); pero cuando en un cráneo se encuentra además la abertura anteorbital, se sabrá de una manera muy evidente que el diápsido que la posee es, más específicamente, un arcosaurio. Además, las barras óseas situadas entre estas aberturas nunca se reducen o pierden en los reptiles arcosaurios, como sí sucede en algunos diápsidos no arcosaurios (como los lagartos y las serpientes). Por otro lado, en arcosaurios posteriores, más avanzados, algunas de estas aberturas (excepto, naturalmente, la órbita) llegaron a cerrarse secundariamente.

Aparte del cráneo, el resto del esqueleto de los arcosaurios posee también algunos rasgos distintivos. Las extremidades delanteras eran casi siempre mucho más cortas y de estructura más ligera que las posteriores, los pies delanteros eran mucho más pequeños que los traseros y podían estar adaptados para agarrar objetos, y la cola era grande y pesada. No hay duda de que muchos arcosaurios podían caminar sólo sobre sus extremidades posteriores. En efecto, algunos tenían las extremidades delanteras tan pequeñas o tan bien adaptadas para asir que

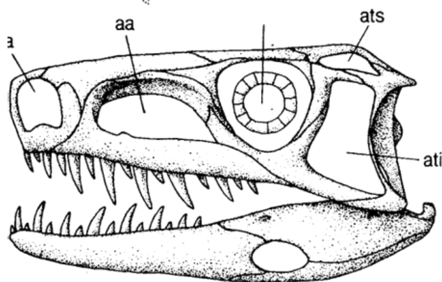
debieron resultarles inútiles para caminar y, en consecuencia, el animal debió de verse obligado siempre a andar sobre dos patas (el *Tyrannosaurus* es un buen ejemplo; véase lámina 5).

Por este motivo se ha supuesto generalmente que las extremidades desiguales y la pesada cola de los arcosaurios producía en *todos* ellos una fuerte tendencia hacia la postura bípeda, y que incluso aquellos arcosaurios que eran totalmente cuadrúpedos descendían de antepasados bípedos. Pero, desde principios de los años 1960, esta idea se ha ido considerando cada vez con mayor escepticismo, debido sobre todo a que, en la mayoría de los casos, no existe nada en la estructura de los arcosaurios cuadrúpedos (a excepción de la longitud de las extremidades y la cola) que sugiera que hayan evolucionado de antepasados bípedos. Más bien se cree que la disparidad de las extremidades y la poderosa cola evolucionaron en principio conectadas con alguna otra función (una de las posibilidades sugeridas es que los arcosaurios ancestrales eran semiacuáticos), y que esas mismas características facilitaron a estos animales la marcha bípeda.

Es cierto, pues, que muchos dinosaurios de ambos grupos tuvieron dimensiones gigantescas, que muchos fueron herbívoros y, más aún, que muchos de ellos fueron bípedos. Pero ninguna de estas características puede utilizarse para definir a un dinosaurio, pues, como ya hemos mencionado, también es cierto que muchas de estas criaturas fueron de modesto tamaño, que muchas eran por completo carnívoras y que también muchas fueron cuadrúpedas. (Por otra parte, ninguna de estas características queda totalmente limitada a uno de los grupos en que se subdivide a los dinosaurios, si bien sólo se conoce un omitisquio en apariencia carnívoro, el *Troodon*, desenterrado en Montana en fecha tan reciente como 1980.) En consecuencia, nos preguntamos: ¿podemos hallar *algún* rasgo simple absolutamente peculiar de los dinosaurios, que esté presente en todos ellos —tanto saurisquios como ornitisquios— pero que falte en todos los demás reptiles?



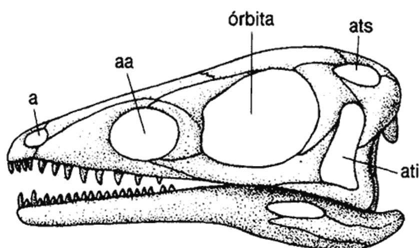
Parte de la mandíbula superior del cráneo de un *Megalosaurus.* Los dientes son claramente de carnívoro. Longitud del fragmento: 30 cm.



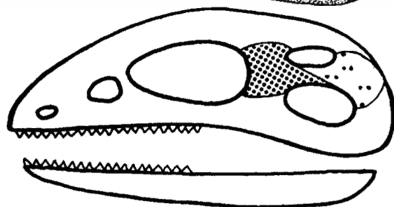
Cráneo de un arcosaurio primitivo, *Euparkeria.* Longitud del cráneo: unos 8 cm.
a: abertura nasal
aa: abertura anteorbital
ats: abertura temporal superior
ati: abertura temporal inferior

La respuesta a esta pregunta es afirmativa. Todos los dinosaurios se caracterizaron por una posición de las extremidades «mejorada» o «erecta» (parecida a la que se encuentra en los mamíferos superiores), en la que las extremidades sujetan el cuerpo desde abajo, manteniéndolo apartado del suelo, y cada una se mueve en un plano más o menos vertical. Esta postura contrasta con la posición horizontal de las extremidades de los anfibios y de la mayoría de los demás reptiles, incluidos los primeros arcosaurios. Todos estos animales descansan con el vientre en el suelo y el segmento superior de cada extremidad (brazo o muslo) proyectado lateralmente desde el cuerpo. Se desplazan hacia adelante imprimiendo al tronco y a la cola ondulaciones en forma de S y girando sobre sus extremidades, prácticamente «nadando» en tierra. En los dinosaurios, como en los mamíferos, las patas han cambiado de dirección: en las delanteras el codo se proyecta hacia atrás y no lateralmente, y

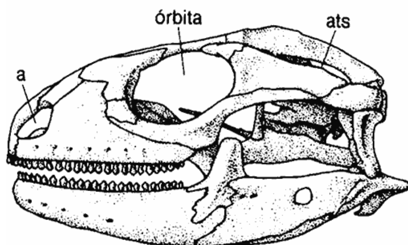
en las patas traseras la rodilla apunta hacia adelante. Una posición intermedia, «semimejorada» o «semierecta», se encuentra en otros arcosaurios, concretamente en los antecesores inmediatos de los dinosaurios y los crocodilios. (En general, los cocodrilos actuales «se arrastran» cuando caminan con lentitud, pero cuando lo hacen con rapidez pueden alcanzar la postura «semierecta» y avanzar con una especie de trote; algunos incluso galopan.)



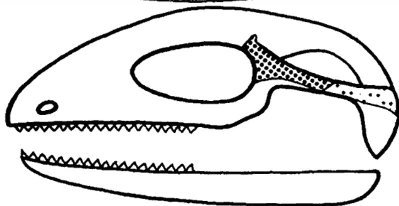
Cráneo de dinosaurio (*Compsognathus)*. Longitud del cráneo: 10 cm.



Esquema del cráneo de *Compsognathus*.

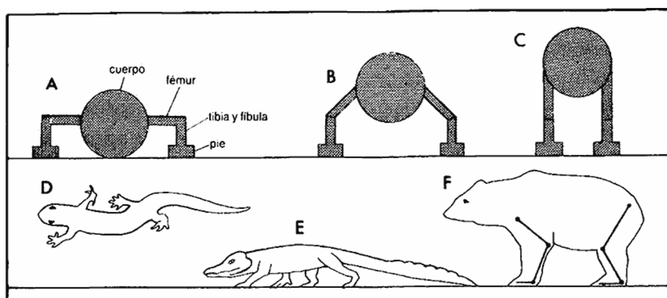


Cráneo de lagarto *(Cyclura)*. Longitud del cráneo: 6 cm. La barra ósea bajo la abertura temporal inferior se ha perdido

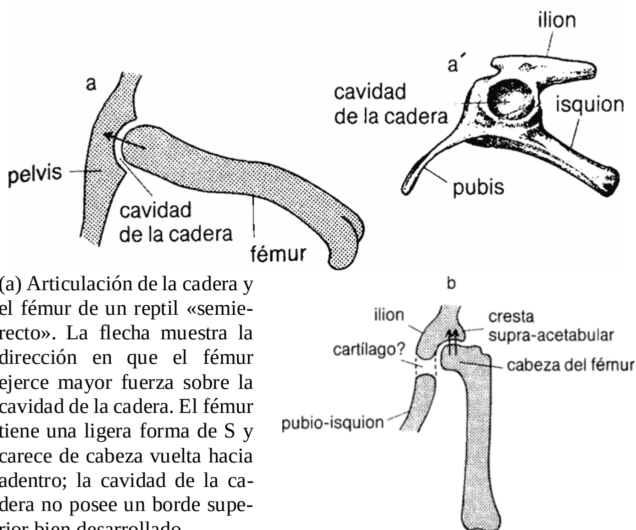


Esquema del cráneo de *Cyclura*.

Aunque los dinosaurios se han extinguido por completo, su posición «mejorada» aparece claramente en una serie de características de los huesos de las extremidades (en especial las traseras) y de las cinturas óseas —hombros y caderas— a las que estaban unidas las extremidades. Como es lógico, sus huesos tenían una forma muy distinta de la de sus antepasados reptantes. Por mencionar sólo algunas de las diferencias más importantes, el hueso del muslo de un dinosaurio es bastante recto y tiene una cabeza dirigida hacia adentro, mientras que el de un reptante presenta una ligera forma de S y carece de cabeza. La cavidad cotiloidea de la cadera tiene forma de cuenca en los dinosaurios y los reptantes, pero en los primeros hay un gran agujero en el fondo de la cuenca y un borde superior muy desarrollado, mientras que los reptantes no presentan ninguno de estos rasgos. Los dinosaurios caminaban sobre las puntas de los dedos, pero los reptantes lo hacían pesadamente sobre las plantas de los pies.



Posición de las extremidades y locomoción de los vertebrados cuadrúpedos:
A, «reptador», como un lagarto.
B, animal con extremidades «semierectas», como un cocodrilo cuando anda de prisa.
C, animal con extremidades «erectas», como un mamífero avanzado o un dinosaurio.
D, «reptador» visto desde arriba —un tritón— mostrando las ondulaciones horizontales en forma de S.
E, animal «semierecto» —un caimán andando de prisa— levantado del suelo.
F, animal «erecto» —un oso— con los pies planos sobre el suelo.



(a) Articulación de la cadera y el fémur de un reptil «semierecto». La flecha muestra la dirección en que el fémur ejerce mayor fuerza sobre la cavidad de la cadera. El fémur tiene una ligera forma de S y carece de cabeza vuelta hacia adentro; la cavidad de la cadera no posee un borde superior bien desarrollado.

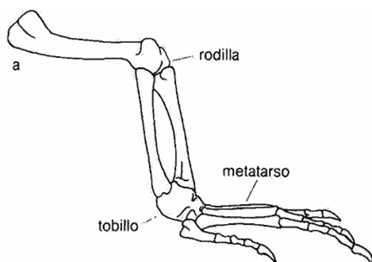
(a’) Pelvis de un reptil fósil, *Ticinosuchus*, que perteneció al grupo ancestral de los dinosaurios. Este animal era «semierecto», y la cavidad de su cadera estaba bien desarrollada.

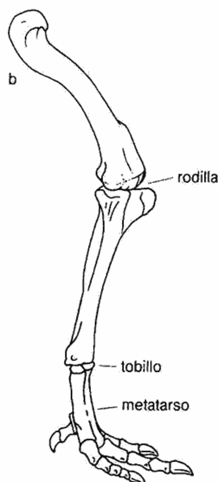
(b) Articulación de la cadera y el fémur de un dinosaurio. El fémur es bastante recto y tiene una cabeza vuelta hacia adentro; la cavidad de la cadera tiene un gran agujero en su base.

Estas «mejoras» de las extremidades tuvieron una gran importancia en la evolución de la verdadera posición bípeda. Un verdadero bípedo apenas toca el suelo con las patas delanteras cuando corre —quizá no lo haga nunca— y puede caminar lentamente o permanecer inmóvil sólo sobre sus patas traseras. Pero problemas de equilibrio y de tensión muscular imposibilitan a un reptante correr mucho con tan sólo sus patas traseras. Por ejemplo, los lagartos actuales se ven en general obligados a limitar su locomoción bípeda a breves carreras cortas, y nunca se les podría describir como verdaderos bípedos. Cuanto más «mejora» un cuadrúpedo su locomoción llevando las patas debajo del cuerpo, menos esfuerzo y energía necesita para levantar su cuerpo del suelo, tanto en marcha como cuando está

parado, y con más facilidad puede alzarse sobre sus patas traseras para convertirse en un verdadero bípedo. (Los saurisquios parecen haber llevado la tendencia hacia la posición bípeda más lejos que los ornitisquios: numerosos saurisquios se vieron obligados a caminar sólo sobre sus patas traseras, mientras que es probable que la mayoría de los ornitisquios bípedos pudieran avanzar a cuatro patas cuando lo desearan.)

(a) Esqueleto de la pata trasera de un reptil primitivo de Nueva Zelanda, el tuatara (véase p. 42), que muestra la posición del pie con la planta plana sobre el suelo.





(b) La misma parte del esqueleto correspondiente al dinosaurio *Ceratosaurus,* que muestra cómo los dinosaurios caminaban sobre los dedos de los pies.

En resumen, parece que los dinosaurios fueron los únicos arco- saurios —en realidad, los únicos reptiles— que lograron adquirir una posición y andadura «plenamente mejoradas» y, en consecuencia, sólo entre los dinosaurios —tanto saurisquios como ornitisquios— podemos hallar a veces una verdadera posición bípeda, ya sea habitual u obligatoria. Estas tendencias comunes son de gran importancia porque proporcionan cierta justificación de nuestro uso del término popular «dinosaurio» para cubrir ambos grupos. Pero al mismo tiempo, los detalles diferenciados de las modificaciones necesarias en los esqueletos de los animales sugieren claramente que cada grupo había

desarrollado sus propias modificaciones con independencia del otro. Podemos imaginar una situación comparable en la que cada uno de dos grandes fabricantes de automóviles produce versiones de sus diversos modelos estándar con unas prestaciones muy superiores, modificándolos todos ellos según la especificación de la patente de la empresa. Es evidente que los dos tipos de modificación, si bien destinados al mismo fin, diferirán bastante uno de otro y serán característicos de sus fabricantes respectivos.

Volvamos a la imagen de los dinosaurios que hemos descrito al principio de este capítulo: los dinosaurios de sangre fría, de la imaginación popular, lentos, torpes, estúpidos y no especialmente duchos en mantenerse con vida. En la actualidad algunos científicos creen que los dinosaurios eran de sangre caliente, es decir, de temperatura constante, como las aves y los mamíferos. Más adelante, en el capítulo XVI, explicaremos por qué. Esos mismos científicos también creen que no todos los dinosaurios eran lentos y torpes, que algunos de ellos podían correr con mucha rapidez y que sus patas eran apropiadas para una vida muy activa. Tampoco existe ninguna razón para suponer que fuesen menos inteligentes que los reptiles de hoy; no se trata tanto de que sus cerebros fuesen muy pequeños, sino de que sus cuerpos eran en comparación descomunalmente grandes.



La iguana del género *Basiliscus*, de América Central, corre apoyándose sólo sobre sus patas traseras.

En cualquier caso, tanto si fueron de sangre fría como caliente, los dinosaurios vivieron durante un período aproximado de 140 millones de años, siendo la mayor parte de este tiempo prepotentes en la tierra, pues ningún otro animal podía competir con ellos. Difícilmente podrían haber sobrevivido durante tan vasto período si hubiesen sido lentos, torpes y poco capacitados para procurar por su vida. Después de todo, la especie humana (tal como la definen los antropólogos) existe sólo desde hace unos dos millones de años, cuatro millones como máximo. ¿Quiénes somos, pues, para despreciar a los dinosaurios cuando, como grupo, se han mostrado capaces de durar setenta veces lo que hasta ahora hemos durado nosotros? La verdad es que el hombre *civilizado* se remonta a unos pocos milenios en las brumas de la antigüedad. Utilizar la palabra «dinosaurio» de una manera desdeñosa, como hemos descrito antes, es, por lo tanto, injustificable.

Por el contrario, los dinosaurios deben de haber sido unos animales muy logrados, cada uno bien adaptado para llevar la clase de vida que había elegido. Como es natural, ninguno de sus diferentes tipos duró todo el período de los 140 millones de años de historia.

Los dinosaurios, como todos los demás seres vivos, cambian constantemente, y los que vivieron hace unos 200 millones de años (cuando empezaron a existir) eran en su mayoría muy diferentes de sus últimos descendientes, cuyo reinado llegó a un fin súbito e inexplicable hace unos sesenta y cinco millones de años. (Después de todo, los últimos dinosaurios estaban más próximos en el tiempo a nosotros que a los miembros más antiguos de su propio grupo.) Cada período de la Era de los Dinosaurios tuvo su propia «colección» característica de estos notables animales.

Así pues, hoy los dinosaurios pertenecen al pasado. No existe nada, salvo sus restos fosilizados, para demostrar que hayan existido (a menos, como hemos dicho, que aceptemos a las aves como sus descendientes). Sin embargo, el público general ha tomado un interés insaciable por los dinosaurios en el curso de los últimos cien años, más o menos. La «Galería de

los Dinosaurios» es siempre la principal atracción de todo museo de historia natural lo bastante afortunado para disponer de una, y el debatido problema de la extinción de estas bestias extraordinarias ejerce una fascinación perenne tanto sobre el profano como sobre el científico profesional. Otra fuente de interés popular es la historia de su descubrimiento en el siglo xix, primero en Inglaterra y luego en Norteamérica. Un interés tan grande es más probable que se deba al tamaño con frecuencia gigantesco de los dinosaurios y a su aspecto a menudo extravagante que a su importancia histórica. Pero esta última no puede subestimarse, pues los dinosaurios sin duda jugaron un papel esencial en la conformación del mundo natural tal como lo conocemos. Parece cierto que, sin ellos, todo el curso de la evolución habría sido totalmente diferente y que el mismo hombre podría no haberse originado jamás.

II. NUESTRO MUNDO CAMBIANTE

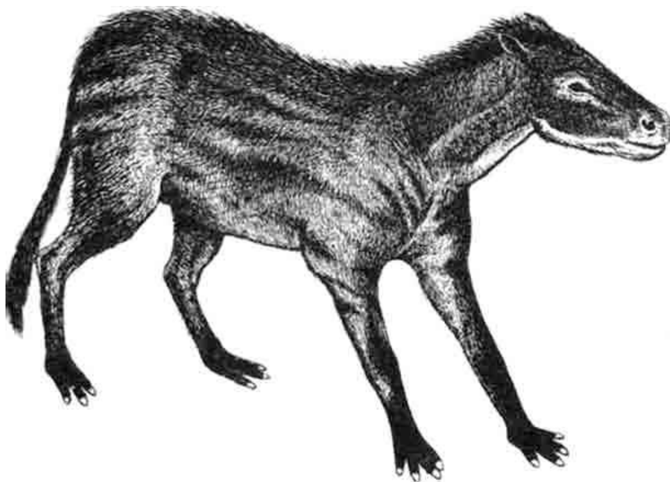
Hoy existen muchas especies diferentes de plantas y animales, totalmente separadas y distintas entre sí. En general, sus representantes sólo procrean con otros de la misma especie, produciendo vástagos que, cuando se desarrollan por completo, tienen un aspecto muy similar al de sus padres. Una vaca es una vaca, un cerdo es un cerdo, y no es posible cruzar uno con otro para producir un animal intermedio. Es cierto que diferentes razas de perro pueden cruzarse entre sí para producir mestizos, pero de todos modos siguen siendo perros. También es cierto que especies diferentes pero íntimamente relacionadas a veces pueden cruzarse entre sí para producir lo que llamamos un híbrido (un asno y una yegua producirán un mulo), pero estos mismos híbridos no pueden procrear.

Este estado de cosas, con especies separadas, distintas y en apariencia fijas, parece refutar la observación (efectuada al final del capítulo anterior) de que en el mundo viviente todo cambia de un modo constante. Ahora bien, no podemos observar los cambios porque tienen lugar con mucha lentitud en comparación con los setenta años, más o menos, que por término medio vive un ser humano. Incluso si observáramos los animales terrestres de hace, digamos, cinco mil años, no parecerían presentar diferencias con los de hoy, pero si nos remontáramos a cinco millones de años no serían los mismos en absoluto. Aún podríamos reconocer, por ejemplo, leones, caballos, monos y avestruces, pero serían especies de leones, caballos, monos y avestruces diferentes de las que hoy existen. Si retrocediéramos cincuenta millones de años descubriríamos que algunos de los animales serían igualmente reconocibles —aún podríamos ver un caballo, pero ya no sería mayor que un fox-terrier, con tres o cuatro dedos en cada pie en vez de cascos— y otros serían tan extraños que no podríamos nombrarlos con una terminología familiar. Finalmente, retrocedamos cien millones de años. Ahora descubriremos que la mayoría de los

animales son del todo irreconocibles: nos hallamos en la Era de los Dinosaurios; los únicos animales con columna vertebral existentes hoy en la tierra son tortugas, lagartos y cocodrilos, e incluso éstos son bastante diferentes.

Esto también se aplica a las aves voladoras y los peces, los caracoles y las lombrices, los árboles y las algas marinas. Nada, absolutamente nada, es inmutable. Todo evoluciona. Las razones por las que los seres vivos evolucionan y el modo como lo hacen sólo se comprende en parte, pero, desgraciadamente, un tratamiento a fondo de ese tema, rebasa los límites de este libro.

Vemos, pues, que a medida que transcurre el tiempo, cada especie —una población viva cuyos miembros se cruzan entre ellos— sufre un cambio constante. Pero puede producirse una alteración sólo en algunos miembros de esa población, un cambio en su estructura anatómica, comportamiento o composición genética, que de algún modo les impide procrear con otros miembros de la misma especie que viven en la misma zona. Cuando esto sucede, cuando los individuos con la característica alterada quedan *aislados reproductivamente* de aquéllos que no la tienen, la asociación de todos los caracteres hereditarios de cada grupo con los del otro cesará y probablemente aumentarán las diferencias entre ambos grupos. Así el linaje evolutivo se habrá dividido en dos o más ramas: las especies antiguas, por medio del proceso evolutivo, se habrán convertido en dos o más nuevas. El aislamiento reproductivo se produce aún con mayor facilidad como resultado de un aislamiento geográfico. Por ejemplo, una cadena de montañas puede transformarse, a causa de una elevación del nivel marino, en una cadena de islas, de modo que los animales que habitan en cada una de ellas (con excepción de los buenos nadadores y voladores) pierden el contacto con otros de la misma especie en las islas vecinas. Entonces, cada grupo en cada isla continuará cambiando, evolucionando, pero los grupos no cambiarán exactamente en la misma dirección o a la misma velocidad: sus diferencias aumentarán gradualmente hasta que las poblaciones de las islas vecinas, si pudieran reanudar el contacto, ya no serían capaces de procrear entre ellas.



Un antepasado del caballo, *Hyracotherium* (conocido también como *Eohippus)*. Tenía más o menos el tamaño de un fox-terrier.

Entiéndase, desde luego, que no todas las especies evolucionarán para convertirse en otras nuevas. Algunas persisten sin apenas cambios durante vastos períodos de tiempo, pero en su mayoría se extinguen por completo sin dejar ninguna descendencia.

Hemos visto que el mundo de los seres vivos es cambiante; pero es aún más sorprendente la condición también cambiante del mundo inanimado. Todo cuanto existe en este planeta se halla en un estado de flujo. A este respecto debemos pensar, sobre todo, en la geografía y el clima, que se afectan recíprocamente. Los continentes cambian de forma, se separan, se reúnen y apartan de nuevo. (Un mapamundi durante la Era de los Dinosaurios es del todo distinto a un mapa del mundo actual [véanse pp. 187-190]; pero téngase en cuenta que un movimiento de dos o tres centímetros por año desde que pereció el último dinosaurio equivaldría ahora nada menos que a 1.600 kilómetros.) Unas cadenas montañosas se elevan, otras se desgastan, aparecen y desaparecen islas en el océano. En ciertas épocas del pasado la tierra ha sido en general más cálida de lo

que es hoy, en otras épocas mucho más fría; las diferencias entre verano e invierno han sido menos marcadas que en el presente, o ausentes por completo. Las corrientes oceánicas siguen rumbos distintos, y las precipitaciones lluviosas varían de un modo enorme. A causa de tales cambios los ríos se secan o varían de cauce, surgen y desaparecen lagos, los glaciares y los casquetes polares avanzan y retroceden, las tierras fértiles se convierten en desiertos y viceversa.

Todas estas transformaciones afectan, a su vez, a las plantas y los animales obligándoles a emigrar a lugares más apropiados de la superficie terrestre o, mediante evolución, a adaptarse a las condiciones resultantes del cambio. Si no pueden hacer una u otra cosa, perecen. A la inversa, la ausencia o presencia de vegetación puede afectar al clima y a la geografía. Cambios drásticos de esta naturaleza pueden producirse en períodos de tiempo relativamente cortos, incluso dentro de la duración normal de la vida del individuo humano.

Sin duda el contenido de este capítulo parecerá todo lo contrario a lo que dice la Biblia en el primer capítulo del Génesis. Se nos dice ahí cómo creó Dios la tierra, y luego, en cuatro días, todas las formas de vida vegetal y animal (incluido el mismo hombre) tal como las conocemos hoy. Todo ser vivo fue creado «según su especie». No obstante, la mayoría de la gente ya no cree que el relato bíblico de la Creación sea literalmente cierto. Lo consideran una parábola, una alegoría (como muchos de los relatos contados por Jesús en el Nuevo Testamento); en otras palabras, es un relato ficticio que sirve para ilustrar una enseñanza moral. Hoy, muchos dirigentes de la Iglesia aceptan que la tierra y los seres vivos que habitan en ella están en cambio constante. Incluso algunos de ellos han sido pioneros en la investigación de la historia evolutiva. No existe un verdadero conflicto entre ciencia y religión.

III. CÓMO SE FOSILIZARON LOS DINOSAURIOS

Cuanto sabemos acerca de los dinosaurios lo hemos aprendido estudiando fósiles. La palabra «fósil», en su sentido más amplio, significa algo excavado (en latín *fossilis,* de *fodere,* excavar). Pero ahora casi siempre se utiliza en un sentido más limitado, para denominar a los restos o huellas de un animal o planta prehistóricos, restos que han permanecido enterrados en las rocas de la corteza terrestre durante miles o millones de años —incluso centenares de millones de años— y que se han transformado en piedra.

Los dinosaurios fueron animales vertebrados, como nosotros mismos; poseían cráneo y mandíbula, columna vertebral, huesos de los hombros o cuartos delanteros, huesos de las caderas, las extremidades y los pies. Al contrario que nosotros, a veces tenían una armadura ósea también en el exterior. Todos ellos vivieron en tierra, algunos aventurándose en aguas dulces —lagos, pantanos y ríos— de vez en cuando. Más pronto o más tarde morían, de enfermedad, vejez o quizá matados por otros dinosaurios. El cuerpo solía quedar tendido en el suelo, donde lo comían rápidamente los animales devoradores de carne, los cuales aplastaban algunos de los huesos (si no eran demasiado grandes) y los esparcían a su alrededor. Si el cadáver permanecía sin que lo devorasen, se descomponía. En raras ocasiones el cuerpo podía salvarse de la destrucción; esto ocurría si quedaba enterrado casi de inmediato después de la muerte en dunas de arena en movimiento o cenizas volcánicas, pero en la mayoría de los casos quedaba abandonado en la superficie y no tardaba mucho en desaparecer sin dejar rastro... incluso el esqueleto. Si el dinosaurio había muerto cerca de un río o en un pantano, era mucho mayor la oportunidad de preservación. Su cuerpo podía hundirse en el barro, en el mismo lugar donde había fallecido, o las aguas de inundación podían arrastrarlo al río, donde flotaba corriente abajo y acababa en un banco de

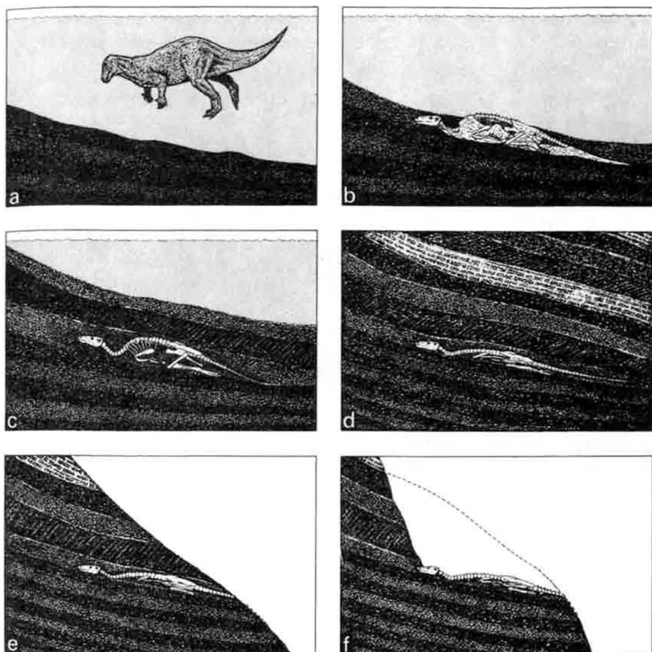
arena, el fondo de un lago o incluso en el mar. La carne se pudría y los huesos eran cubiertos gradualmente por los sedimentos —barro y arena— que siempre se acumulan en tales lugares.



Impresión de la piel de la cola de un dinosaurio con pico de pato (*Edmontosaurus)* encontrada en una roca de Alberta perteneciente al Cretácico superior.

Estos sedimentos (incluidos los formados en la tierra seca por la arena de duna o la ceniza volcánica) quedaban enterrados bajo capas posteriores, y el peso de las capas de encima los comprimía y convertía en roca: el barro en arcilla, la arena en arenisca, los limos calizos en piedra caliza o creta. Entretanto el agua se filtraba a través de los huesos, y las sales minerales disueltas en el agua iban cambiando gradualmente los huesos en roca, haciéndolos mucho más pesados que antes. En otras palabras, los huesos quedaban mineralizados o petrificados. Esta mineralización no alteraba las formas características de los huesos, pero el peso enorme de la roca que descansaba sobre ellos a menudo los aplastaba un poco y a veces los deformaba de manera considerable.

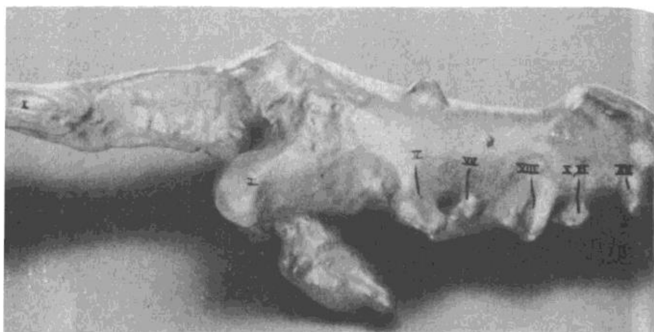
Al mismo tiempo se movían las capas de roca en la corteza terrestre —se alzaban, hundían, plegaban y encorvaban— llevándose consigo las capas portadoras de fósiles. (Esto también puede haber contribuido a cambiar la forma de los huesos.) Lo que una vez fue el fondo de un lago o de un océano se convirtió en tierra seca, una gran llanura o una cadena de montañas.



Secuencia de acontecimientos que conducen al descubrimiento de un esqueleto fósil.
(a) El animal muerto se hunde hasta el fondo del lago.
(b) La carne empieza a descomponerse, exponiendo gradualmente el esqueleto. Entretanto, los sedimentos van cubriendo el cadáver.
(c) La carne se ha descompuesto. Más capas de sedimento se acumulan sobre el esqueleto.
(d) Los sedimentos acumulados sobre el esqueleto tienen ahora un enorme espesor. Su peso comprime las capas más bajas, las cuales forman franjas más estrechas que se transforman en roca. Entretanto, los huesos se aplanan y mineralizan.
(e) Los movimientos internos de la tierra han elevado las capas y la erosión excava ahora un valle a través de los estratos. Finalmente, algunos huesos empiezan a salir al exterior y ruedan por la ladera de la colina.
(f) Los paleontólogos han visto los huesos y han excavado la roca para exponer el fósil completo.

Luego el mar desmoronó los acantilados alrededor de las riberas de la tierra, los ríos cruzaron la llanura, las montañas se

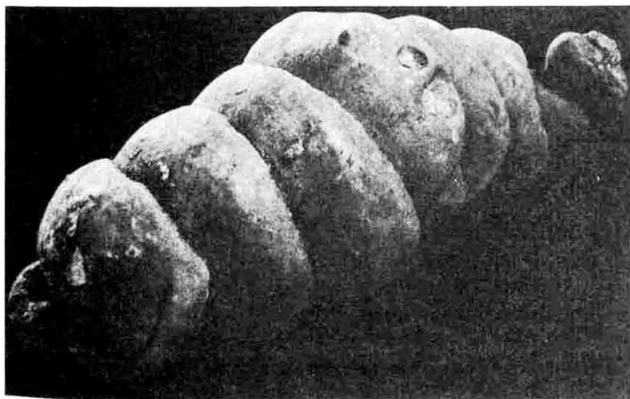
desgastaron hasta desaparecer, y un día, millones de años después del entierro, los huesos del dinosaurio aparecieron de nuevo en los acantilados marinos, las paredes del valle o las laderas de la montaña. A veces esta reaparición fue apresurada por la obra del hombre al cavar en sus gredales, canteras y minas, realizar desmontes y abrir túneles para carreteras y líneas férreas o excavar para echar los cimientos de sus escuelas y bloques de oficinas.



Molde artificial de la cavidad craneal del dinosaurio *Triceratops*, mostrando las raíces de los nervios craneales (indicados con números romanos). Longitud: 15,5 cm. Compárese con la fotografía de la p. 78 de un molde endocraneal *natural.*

Sin embargo, los fósiles de dinosaurio no son siempre huesos. Otras partes del animal, e incluso cualquier cosa que hiciera —como deyecciones o huellas de pisadas— también son fósiles. A menudo encontramos dientes, que son aún más duros que el hueso y se preservan bien. Normalmente no encontramos piel, pero a veces hay una impresión de su superficie externa efectuada sobre el barro circundante poco después de la muerte. En el Museo de Historia Natural de Londres existe una impresión de la piel escamosa de la cola de un dinosaurio. De la misma manera, no hallamos cerebros de dinosaurios, pero disponemos de un molde de la cavidad craneana de algunos de ellos, realizado de manera natural por el barro que rezumó en el agujero que estuvo ocupado por el cerebro. Ese molde tiene casi el mismo tamaño y forma que el propio cerebro, por lo que

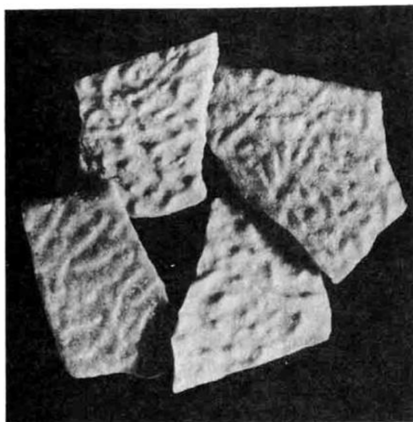
nos da una idea bastante correcta de las dimensiones y la forma de dicho cerebro; con frecuencia muestra las raíces de los nervios craneales. Incluso los vasos sanguíneos de la región cefálica y, lo que es muy poco frecuente, el laberinto membranoso del oído interno con sus canales semicirculares está a veces preservado de la misma manera. Parece que el estómago de algunos dinosaurios contuvo grandes piedras pulidas (llamadas gastrolitos), como sucede en los cocodrilos actuales. El cocodrilo, animal principalmente acuático, las traga ex profeso y las utiliza no sólo para triturar la comida en fragmentos más pequeños, sino también para equilibrar su flotabilidad en el agua.



Un coprolito, excremento fosilizado, quizá perteneciente a un dinosaurio. Longitud: 29 cm.

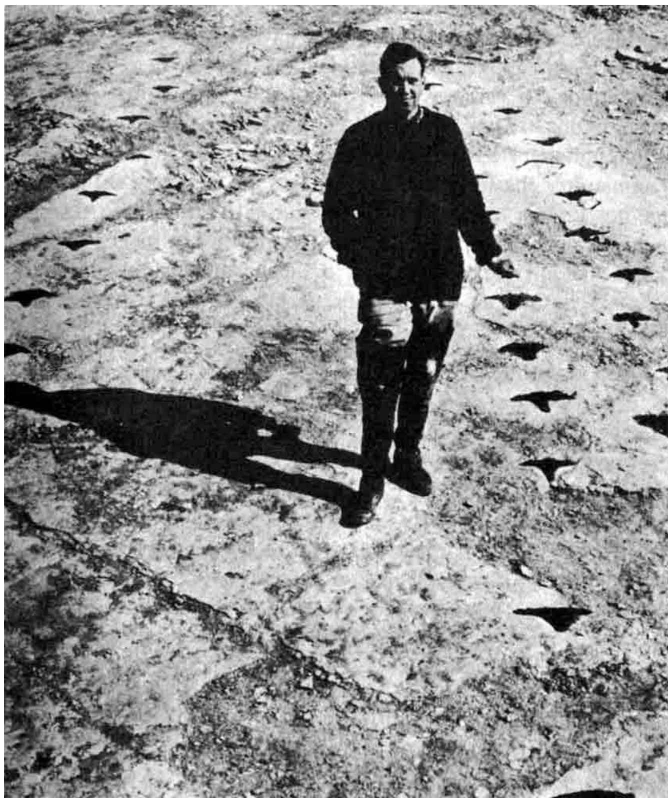
En un par de dinosaurios se ha preservado el contenido de su estómago, que ha sido analizado, por lo que sabemos lo que habían comido los animales poco antes de morir. Hay también esqueletos de dinosaurios que parecen contener los esqueletos de hijos nonatos dentro de la madre. A menos, claro está, que tales especímenes correspondan a adultos caníbales que se hubieran tragado a pequeños de su propia especie. Se han encontrado fragmentos fosilizados de cáscara de huevo, incluso huevos enteros (véase p. 163), deyecciones y, con mucha frecuencia, huellas y rastros fosilizados. La dificultad que presentan

todos estos hallazgos es que no podemos tener la certeza absoluta de *qué* dinosaurio puso los huevos, produjo las deyecciones o imprimió las huellas, a menos que en las rocas en cuestión parezca haber sólo una clase de dinosaurio lo bastante importante para considerarlo responsable. Finalmente, conocemos también huesos de dinosaurio que muestran signos de lesiones o enfermedad.



Fragmentos de cáscara de huevo del dinosaurio *Protoceratops,* algo aumentados, mostrando su superficie externa. El borde inferior recto del fragmento situado más abajo mide 13 mm.

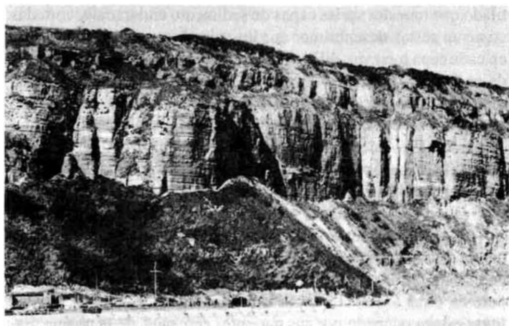
Como vemos, en conjunto disponemos de una considerable cantidad de pruebas para estudiarlas, en su mayor parte huesos y dientes, pero también cierta cantidad de otra clase de pruebas. En el capítulo VIII veremos cómo se utilizan estas últimas para reconstruir una imagen del animal cuando vivía: lo que comía y cómo se comportaba. No existe ninguna otra manera de adquirir este conocimiento... ¡hasta que alguien invente una máquina del tiempo que nos lleve a la Era de los Dinosaurios! Pero incluso sin una máquina del tiempo podemos decir —con más o menos exactitud— cuándo vivió cada dinosaurio. En el capítulo siguiente explicaremos, de manera muy sucinta, un método para efectuar tales cálculos.



Líneas casi paralelas formadas por las huellas de tres dinosaurios bípedos, probablemente *Megalosaurus*, en una cantera de Swanage (Dorset).

IV. LOS FÓSILES Y EL TIEMPO

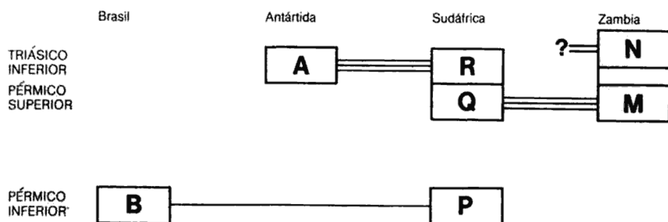
Como hemos visto en el capítulo anterior, cada capa de sedimentos depositada en el fondo del mar (o de un lago o en tierra) es probable que contenga los restos de animales o plantas, o incluso ambos, que vivieron en un tiempo lejano. Fue depositándose capa tras capa de arena, limo y barro; pero mientras esto sucedía, los animales y las plantas iban cambiando lentamente. Ahora, millones de años después, todavía son claramente visibles los resultados de esta lenta evolución. Si examinamos la superficie de un acantilado que muestra varias capas de sedimento endurecido, cortadas como un pastel, descubrimos que los animales y plantas fosilizados en cada capa o *estrato* difieren de aquéllos que están en los estratos de encima o de debajo. Cuanto más separados estén los estratos, más diferentes son los fósiles. De hecho, cada estrato contiene una serie de fósiles que son característicos de la época en que se formó el estrato. Esto sucede tanto con los dinosaurios como con cualquiera de los otros organismos vivientes. Recordemos lo dicho al final del capítulo I: durante la Era de los Dinosaurios cada período tuvo su «colección» característica de estos notables animales.



Acantilados costeros de Hastings, Sussex. Se observan los Estratos Hastings, que constituyen una parte de la Formación Wealden del Cretácico inferior.

Muchas de las especies fósiles, cuando vivían, estaban ampliamente distribuidas por el globo, en especial aquéllas que habitaban en el mar. Otras, al parecer, habitaron sólo en zonas delimitadas, pero en otras áreas, con la misma clase de entorno ambiental, su lugar estaba ocupado por sus parientes cercanos, de la misma manera que hoy tenemos al elefante africano en África y al elefante indio en la India y el sudeste asiático.

Esta clase de fósiles, que cambian con el tiempo pero en absoluto (o apenas) con la distancia, son muy útiles para establecer la llamada *dotación relativa.* Eso es lo que ocurre, por ejemplo, con cierto reptil fósil que se ha encontrado en un estrato determinado de Sudáfrica (R en el diagrama siguiente) y el mismo reptil, u otro muy parecido, en cierto estrato de la Antártida (A). Es probable que los dos estratos se originasen al mismo tiempo aproximadamente..., pero no podemos decir cuánto hace. En efecto, con una sola clase de fósil podríamos equivocarnos; podría tratarse de una de esas especies raras que sobrevivieron inalteradas durante muchísimo tiempo. No obstante, la presencia en el estrato sudafricano de *tres* fósiles diferentes, cada uno con su contrafigura correspondiente en el depósito antártico, proporciona una seguridad casi absoluta de que los dos estratos son más o menos de una misma época.

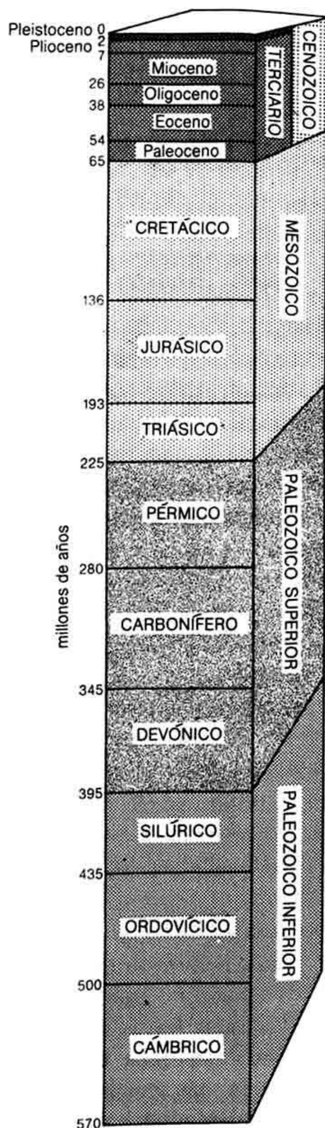


En este diagrama se muestra cómo pueden correlacionarse los estratos de distintos continentes del mundo basándose en los fósiles que en ellos se han encontrado (explicación en el texto).

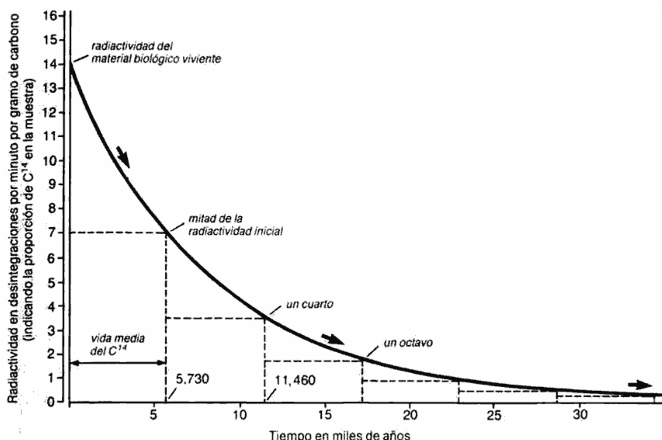
Podemos observar que inmediatamente por debajo de R en Sudáfrica, hay otro estado Q —probablemente algo más antiguo que R— el cual contiene varios fósiles que unen Q de manera similar con un estrato M en Zambia (África Central). Esto nos dice que el estrato de Zambia también es más antiguo que

el estrato R sudafricano al que nos hemos referido en el párrafo anterior y, más aún, su antigüedad supera a la del estrato antártico. En Sudáfrica hay un estrato P todavía más bajo que contiene un fósil muy característico que no se encuentra en ninguna parte excepto en el estrato B de Brasil; esto nos muestra que B es de la misma época que P y más antiguo que todos los demás estratos mencionados. Y de este modo continuamos, trabajando así de un país a otro, construyendo gradualmente una escala de épocas comparativas para los estratos. Sin embargo, lo que esto *no puede* decimos son las edades *absolutas* de las rocas y los fósiles, sus edades reales en millones de años. Sólo podemos decir que el estrato M es de la misma época que Q, más antiguo que R, más reciente que P, y así sucesivamente. De la misma manera podríamos decir que Juan tiene la misma edad que Pedro, es algo mayor que Andrés y un poco más joven que Jorge, ¡sin tener la menor idea de si estas personas son todas ellas niños pequeños o ancianos jubilados!

Este método también puede usarse (aunque con menos fiabilidad) cuando no existe una correlación directa entre los fósiles en dos estratos. Así, la figura nos muestra también un estrato N en la sucesión zambiana, que se encuentra por encima de M y es probablemente más reciente que el último; contiene fósiles que, en general, son similares a los hallados en R y A, pero que no son precisamente idénticos, ni siquiera aproximados. Esto significa que no podemos decir con seguridad si N es contemporáneo de R y A, un poco anterior o un poco más reciente. Sin embargo, podemos expresar una opinión al respecto, que dependerá de si los fósiles de N —considerados en su conjunto— están igual, más o menos evolucionados que el conjunto fósil hallado en R y A.



Representación gráfica de las eras geológicas y de su subdivisión en períodos (no se ha señalado el período Cuaternario, que abarca desde el final del Terciario hasta nuestros días). Se han indicado también las épocas de la era Cenozoica, a excepción de la Holocena (la más reciente), a causa de su corta extensión.

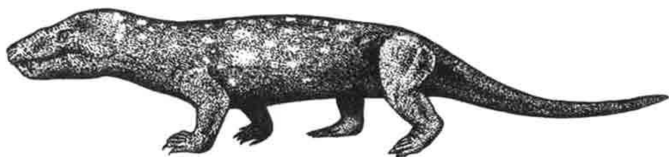


En este gráfico se muestra la desintegración del carbono radiactivo con el transcurso del tiempo. Aunque no es posible utilizar el carbono radiactivo como ayuda para datar a los dinosaurios (su vida media es demasiado corta), la curva es exactamente la misma para otros tipos de desintegración radiactiva, incluida la del potasio-argón mencionada en el texto.

Por su propia conveniencia, los geólogos han agrupado todos los estratos en *sistemas*, dándoles nombres. El tiempo durante el que se depositó un sistema se denomina un *período* y recibe el mismo nombre. Así los estratos del sistema Silúrico se depositaron en el llamado período Silúrico. El sistema Silúrico está por encima del sistema Ordovícico y por debajo del Devónico, de la misma manera que el período Silúrico va después del período Ordovícico y antes del Devónico. Todos estos nombres aparecen en la columna estratigráfica. Cada sistema puede subdividirse en porciones inferior, media y superior; cada período puede subdividirse, de manera correlativa, en temprano, medio y tardío.

Aunque hasta aquí nos hemos referido a la *dotación comparativa*, existen métodos para calcular las edades verdaderas de rocas y fósiles en miles y millones de años. El mejor conocido y el más actual de estos métodos se basa en la desintegración de los elementos radiactivos, algunos de los cuales (por lo común en muy pequeña proporción) estaban incluidos en la roca cuando se formó o en el fósil cuando era un animal o una

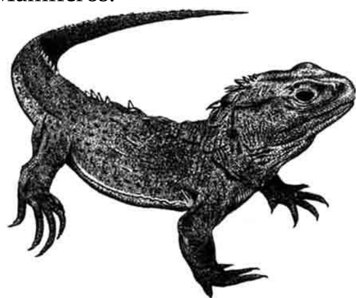
planta con vida. La mitad de un elemento radiactivo se disgrega en un tiempo fijo característico de ese elemento («vida media»), a continuación la mitad de lo que queda en la misma extensión de tiempo, y así sucesivamente. Por lo tanto, si podemos medir cuánto ha durado este proceso de desintegración, podremos averiguar cuánto tiempo ha transcurrido desde que se formó la roca, o el animal o la planta estuvieron vivos. Un elemento de esta clase es el carbono radiactivo o ^{14}C, el cual forma una pequeña proporción fija del carbono en todos los organismos vivos; la cantidad presente empieza a disminuir inmediatamente después de la muerte. Pero el ^{14}C se desintegra con mucha rapidez y tiene una vida media de 5.730 años. En realidad, no debería usarse para fechas fósiles que pasen de 40.000 años de edad como máximo, porque después de ese tiempo la cantidad de ^{14}C restante llega a ser tan pequeña que no puede medirse con exactitud. De momento no disponemos de un método radiométrico (es decir, basado en la radiactividad) para la datación absoluta directa de los dinosaurios. Lo mejor que podemos hacer es medir la edad de los lechos de lava que se encuentran por encima o por debajo de los estratos que contienen dinosaurios, usando un método basado en una desintegración radiactiva mucho más lenta (potasio-argón, con una vida media de 1.310.000.000 años). No obstante, utilizando nuestra escala temporal comparativa e introduciendo las fechas absolutas, siempre que podamos, conseguiremos una idea bastante aproximada de la edad verdadera de la mayor parte de los fósiles.



Un reptil de tipo mamífero, *Cynognathus*, del Triásico inferior de Sudáfrica. Longitud característica: 1,8 m.

Volvamos a los dinosaurios. Sus fósiles se han hallado sólo en las rocas del Triásico superior y, por encima de ellas,

en el conjunto de los sistemas Jurásico y Cretácico (véase cuadro p. 95). En estratos más recientes ya no aparecen dinosaurios. En consecuencia, los dinosaurios sólo pueden haber vivido en el Triásico superior. Jurásico y Cretácico (de manera aproximada, 205-193, 193-136 y 136-65 millones de años atrás, respectivamente). Desde su desaparición, los grandes animales dominantes sobre la tierra han sido los mamíferos, como siguen siéndolo. Los únicos reptiles que sobrevivieron a las misteriosas extinciones en masa al final del Cretácico fueron todos ellos miembros de los grupos que aún existen hoy, tortugas marinas y terrestres, lagartos y serpientes, cocodrilos de varias clases y una extraña y pequeña criatura parecida a un lagarto llamada tuatara y que hoy sólo habita en algunos islotes ante las costas de Nueva Zelanda. Como sería de esperar, estos últimos 65 millones de años se conocen como la Era de los Mamíferos.



El tuatara (*Sphenodon*), de Nueva Zelanda. Longitud característica: 60 cm.

Pero los mamíferos no tienen nada que ver con los dinosaurios. Evolucionaron a partir de un grupo totalmente distinto de reptiles extinguidos, llamados sinápsidos o reptiles de tipo mamífero, los cuales, aunque verdaderos reptiles, ya poseían algunos caracteres de mamíferos (véase cuadro p. 93). El conocido *Cynognathus*, por ejemplo, era una gran criatura parecida a un lagarto con una cola gruesa y poderosa pero con la cabeza más parecida a la de un perro. Podría pensarse con toda razón que este grupo de reptiles sinápsidos vivieron en una época posterior a la Era de los Dinosaurios y anterior a la Era de los Mamíferos. Por extraño que parezca, esta suposición es

errónea. Los primeros sinápsidos figuraron entre los primeros reptiles, y alcanzaron su mayor número e importancia incluso antes de que los dinosaurios iniciaran su larga historia. Casi se extinguieron cuando los dinosaurios iniciaron su desarrollo... y hasta podría decirse que los dinosaurios les sucedieron. Pero algunos de estos reptiles de tipo mamífero sobrevivieron para convertirse en los primeros mamíferos coetáneos a los primeros dinosaurios. No eran tan grandes como estos últimos, ni siquiera tanto como los reptiles de tipo mamífero de los que habían evolucionado, la verdad es que eran criaturas diminutas, cuyo tamaño no superaba al de las actuales musarañas, y durante los 140 millones de años en que reinaron los dinosaurios vivieron apaciblemente en el sotobosque, en las grietas de las rocas y quizás en madrigueras, tal vez aterrorizados por los dinosaurios carnívoros y atreviéndose sólo a salir de noche para atrapar los insectos de los que se alimentaban. Durante la mayor parte del Mesozoico, conservaron su tamaño pequeño —el mayor de ellos no sobrepasaba el tamaño de un puerco espín—. Sólo cuando los dinosaurios se extinguieron, al final del Cretácico, los mamíferos pasaron a dominar la tierra firme, evolucionando con rapidez y produciendo una amplia variedad de formas diferentes, que en general tuvieron mayor tamaño.

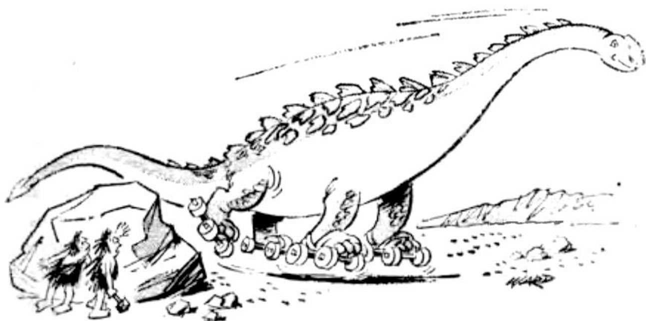


Uno de los mamíferos más antiguos, el *Megazostrodon,* del Jurásico inferior de África del Sur. Longitud: unos 10 cm.

A veces se formula la pregunta de si es posible que los dinosaurios no se hayan extinguido del todo, y si en alguna remota parte del mundo quedan dinosaurios vivos por descubrir.

Es una sugerencia fascinante, que más de un autor ha utilizado como base de una novela. Supongo que la más famosa es *El mundo perdido*, de Conan Doyle. De ser esto cierto, sería maravilloso, pues nos ayudaría a resolver muchos enigmas todavía sin respuesta. Por ejemplo: ¿fueron los dinosaurios de sangre fría o caliente, cuál era su color, qué clase de ruidos hacían? Apena decir que su supervivencia no puede considerarse ni siquiera como una remota posibilidad, no sólo por el hecho de que las rocas formadas en los últimos 65 millones de años jamás han presentado un solo hueso de dinosaurio, sino también por el hecho de que en la actualidad la superficie de la tierra ha sido explorada tan a fondo que una población de animales gigantescos difícilmente podría existir sin que la hubiera visto alguno de los tres o cuatro mil millones de habitantes del globo... Admitamos que los dinosaurios podrían haber sobrevivido en la Antártida sin ser vistos, pero los helados desiertos antárticos serían demasiado fríos para ellos. También podrían haber habitado en las profundidades de los océanos, pero, por lo que sabemos, ningún dinosaurio habitó jamás las aguas saladas.

Por cierto, si el último dinosaurio realmente murió hace 65 millones de años, y si la especie humana se remonta a tan sólo dos millones más o menos, ¿a qué vienen todas esas caricaturas, cuentos y películas que nos muestran a los dinosaurios y al hombre prehistórico viviendo en la misma época? (A menudo se representa al hombre prehistórico como un individuo peludo de frente estrecha y mandíbula huidiza, vestido sólo con una piel animal y armado con un nudoso garrote, que acaba de matar a un *Brontosaurus* para la cena.) Pero tales caricaturas y películas no pueden tomarse en serio. Ningún ser humano pudo probar jamás la carne de *Brontosaurus*, o huir presa del pánico ante las mandíbulas de un *Tyrannosaurus* que pasaba por su lado.



«¿Estás seguro de que su cerebro sólo tiene el tamaño de un guisante?»

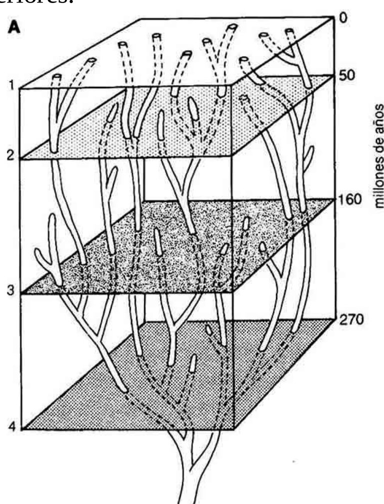
¿Por qué la situación de este chiste no pudo haber ocurrido en realidad?

V. EL ÁRBOL EVOLUTIVO

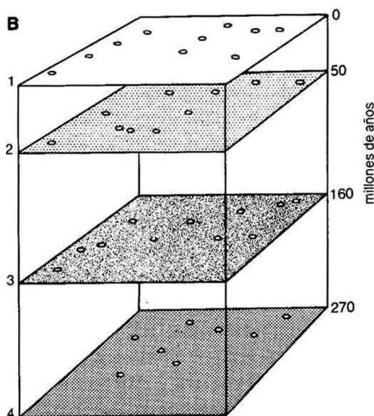
Si aceptamos el hecho de la evolución, hemos de tener en cuenta que todas las formas de vida, tanto pasadas como presentes, pueden disponerse en un «árbol genealógico».

Un árbol genealógico adecuado, que muestre las relaciones dentro de una familia humana, suele presentar la generación más vieja en la parte superior y la más joven al pie. En un árbol genealógico convencional del reino animal sucede lo contrario (véase el cuadro de la página siguiente). En este árbol convencional el tiempo avanza en una escalada vertical hacia la parte superior. Esto comporta dos ventajas. La primera es que los animales fósiles se muestran en las mismas posiciones relativas —los más viejos al pie y los más jóvenes en lo alto— que los estratos geológicos en los que han sido hallados. En segundo lugar, el «árbol» tiene la misma posición vertical que un árbol real, con un tronco abajo que se divide hacia arriba en ramas, si bien es algo insólito por cuanto todas las ramas crecen hacia arriba, ya sea en línea recta u oblicuamente, y mantienen sus extremos de crecimiento en el mismo nivel horizontal, el

tiempo presente. Estos extremos representan especies que viven en la actualidad; los extremos de abajo, que han dejado de crecer en épocas diversas del pasado, representan las especies que se han extinguido sin dejar ningún descendiente. Pero, como sabemos, no todas las especies extintas han desaparecido por completo; algunas han sufrido transformaciones con el paso del tiempo, convirtiéndose en nuevas especies y, aunque ellas mismas vivieron en otra época y estuvieron situadas en los extremos de crecimiento de las ramas del árbol evolutivo, esas ramas han crecido hacia arriba un largo trecho desde entonces y ahora la especie correspondiente puede hallarse a gran distancia en las ramas inferiores.



Un árbol genealógico crece hacia arriba a través del tiempo hasta el momento presente; todas sus ramas tienen una continuidad. En la figura ha sido cortado horizontalmente en cuatro niveles, cada uno de los cuales representa un momento de deposición de fósiles en un estrato determinado.



Si no se dibuja el árbol, los animales —vivientes y fósiles— están representados tan sólo por puntos separados en las secciones 1-4, muy diferentes en cada sección y aparentemente sin relación unos con otros.

Cualquier sección horizontal del árbol mostrará una lonja de cada rama o ramita que alcanza ese nivel y que representará a todas las especies que vivían en aquel tiempo, toda la fauna, por ejemplo, o conjunto de animales entonces existente, pero no mostrará nada más. Nada habrá que ponga de manifiesto la relación entre las especies (excepto que cuanto más próximas estén las lonjas entre sí, más probable es que hayan estado muy estrechamente relacionadas), nada que demuestre la extinción anterior de otras ramas, ni siquiera nada que sugiera la existencia misma del árbol evolutivo. Sólo estudiando una serie completa de tales secciones (cada una representando uno o varios estratos portadores de fósiles de una época determinada) podemos adquirir cierto conocimiento de estos aspectos; y cuantas más secciones podamos estudiar, más puntos de referencia tendremos y con mayor exactitud podremos completar los detalles en las ramificaciones del árbol. Estas ramificaciones siguen una pauta determinada que no es una idea teórica sino una realidad objetiva, pues los organismos vivos evolucionaron realmente de un modo particular. Es de lamentar que nuestro conocimiento de la pauta sea incompleto.

En el capítulo II, al comentar el significado de la especie nos apoyamos en la idea de que los miembros de una especie sólo suelen procrear entre sí. Esto no presenta la menor dificultad cuando nos referimos a especies actuales, o hablamos de

alguna época concreta, cuando todas las especies que conocemos están representadas por las lonjas separadas en una sola sección horizontal a través del árbol evolutivo. Pero las cosas no son tan fáciles cuando consideramos *todo* el árbol en su verticalidad, en su dimensión temporal, cuando todo continúa en lo otro o las especies cambian, más o menos gradualmente, en otras especies. No podemos comprobar las capacidades de cruce entre animales de distinta especie muertos hace mucho tiempo, los cuales, en cualquier caso, vivieron unos y otros en diferentes épocas, ni tampoco sabemos dónde termina una especie y dónde comienza la que sucede. La verdad es que las soluciones a problemas de esta naturaleza no pueden ser más que conjeturas y nunca respuestas definitivas. La dificultad aumenta por nuestro completo desconocimiento de la mayor parte del árbol. Sin embargo, en Paleontología, las especies se definen no por sus límites sino por lo que pensamos son sus centros; cada especie, cuando se ha dado a conocer, por primera vez, al público, ha debido basarse en un espécimen individual como pauta de referencia, en el «tipo» de esa especie. Esto significa que al menos podemos tratar de describir todo nuevo espécimen que hallamos con referencia a un tipo existente, ya sea situándolo positivamente en la misma especie si es muy similar o, cuando existen ligeras diferencias de forma o cuando una preservación deficiente o incompleta imposibilita una comparación adecuada, asignándolo a la especie de una manera más provisional. A veces, sin embargo, descubrimos que los caracteres de un nuevo espécimen sugieren que es intermedio entre otras dos formas ampliamente separadas, pero que aun así está demasiado alejado de ambas para asignarlo, aunque sea de manera provisional, a una u otra.

Alternativamente (y con más frecuencia) podemos descubrir que el nuevo espécimen parece representar una ramita cuya existencia era insospechada hasta ahora, y que al parecer diverge de una de las ramas conocidas del árbol evolutivo. En tales casos creemos justificado proponer y denominar una nueva especie, tomando nuestro nuevo espécimen como tipo.

Es deseable, desde luego, que los tipos sean especímenes bien preservados, tan completos como sea posible, situados a

intervalos apropiados en la sucesión evolutiva. No obstante, los tipos existentes (sobre todo los designados por los científicos de generaciones anteriores) son con frecuencia muy insatisfactorios y —a menos que rechacemos por entero la especie— no podemos hacer nada al respecto. Incluso cuando elegimos nuestros propios tipos para nuevas especies descubrimos con frecuencia que nuestra elección, como la de Hobson, está limitada por la falta de material.

Entre paréntesis digamos que, al tratar de encajar una especie fósil en el árbol evolutivo debemos recordar que su nivel ha de concordar con su edad relativa, si esta última es conocida. No podemos colocar un fósil del Triásico en una rama que no se originó hasta el Cretácico inferior. Cuando desconocemos la edad de la especie, es perfectamente legítimo invertir el proceso, utilizando los caracteres de la nueva especie para estimar su posición en el árbol evolutivo y luego utilizar esa posición para determinar, con la cautela precisa, la edad relativa del fósil y de la roca en la que se encontró.

Confiamos en que este capítulo haya revelado la naturaleza de la tarea más importante del paleontólogo, que consiste en descubrir más y más acerca de la vida en eras pretéritas y, utilizando ese conocimiento, llegar a una comprensión más amplia de cómo evolucionaron las plantas y los animales; en otras palabras, aclarar sus árboles genealógicos.

VI. LOS PRIMEROS DESCUBRIMIENTOS

Los dinosaurios (o los huesos de estos animales) han estado presentes en la tierra durante más de 200 millones de años, pero nadie oyó jamás hablar de ellos hasta 1841. Había una excelente razón para que esto ocurriera, ya que hasta 1824, poco más de 150 años antes de que se escribiera este libro, nadie se había percatado de que tales cosas existían, y pasaron otros diecisiete años antes de que alguien les diera un nombre.

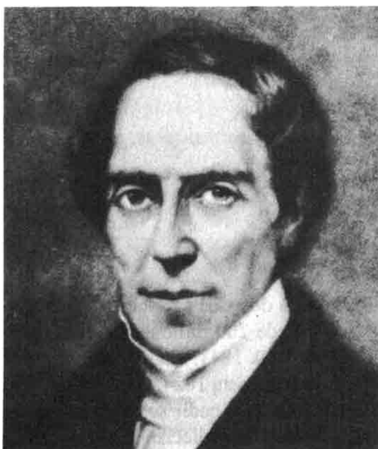


Un «fémur humano» de Oxfordshire, tal como lo representó y describió Plot en 1676. En realidad es el extremo inferior del fémur de un dinosaurio, probablemente un *Megalosaurus*.

Naturalmente, antes de 1824 se habían hallado huesos de extraño aspecto y enorme tamaño enterrados en el suelo, pero nadie sabía qué eran en realidad. ¡Algunos creían que eran huesos de gigantes! El primer libro en el que se menciona uno de tales huesos fue publicado por el reverendo Robert Plot de Oxford, en 1676, y más tarde, en el siglo XVIII, se encontraron más huesos semejantes. Pero la historia de los dinosaurios empezó realmente en 1822, el año en que se descubrieron los primeros dientes de *Iguanodon*. Estos dientes todavía pueden verse en Londres, en las colecciones paleontológicas del Museo de Historia Natural.

El primer personaje importante en nuestra historia es Gideon Mantell (1790-1852), un joven médico rural que vivió y trabajó en la pequeña población de Lewes, en Sussex. Era también un entusiasta coleccionista de fósiles, sobre todo de los de

South Downs, y escribió libros y artículos sobre el tema. Un soleado día de primavera de 1822 se desplazó al campo para visitar a un paciente, y como el día era tan hermoso su esposa Mary decidió acompañarle.



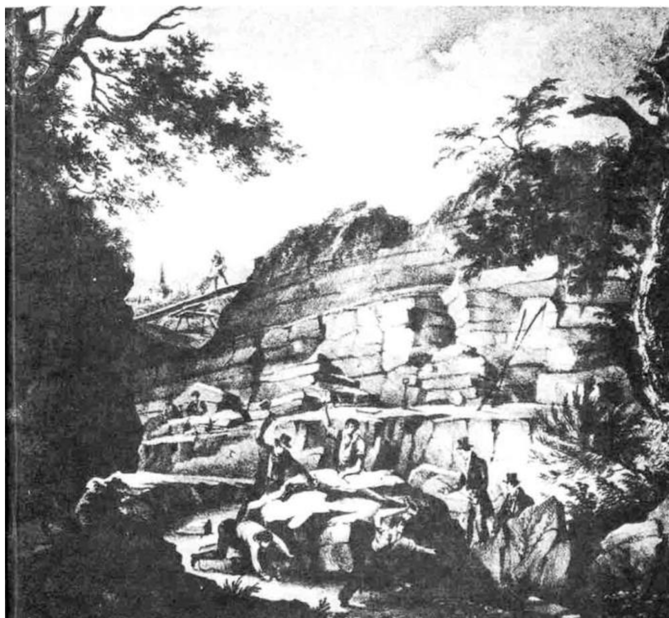
Gideon Albernon Mantell (1790-1852).



Mary Ann Woodhouse, la esposa de Mantell.

Mientras el doctor Mantell estaba en la casa con su paciente, su mujer dio un paseo por el sendero y fue allí donde se hizo un descubrimiento científico de la mayor importancia,

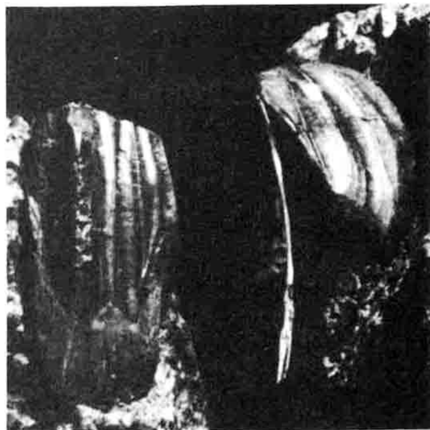
pues en un montón de piedras de la cantera local, que iban a ser usadas para reparaciones de la carretera, había algo marrón oscuro y brillante. Un examen más atento reveló que uno de los fragmentos de arenisca contenía un gran diente fósil del todo distinto a los que la señora Mantell (ni al parecer nadie más) había visto hasta entonces.



Una cantera en el bosque de Tilgate, en Sussex. Litografía de la *Geología de Sussex* de Mantell (1827).

La señora Mantell mostró el diente a su marido, y éste se inquietó mucho. Logró descubrir de qué cantera procedía la pieza, cerca de Cuckfield, en Sussex, pero el resto del animal jamás se halló. Sin embargo, en la cantera y en otras vecinas se encontraron más dientes y huesos largos. Y he aquí lo que inquietó realmente a Mantell: los dientes eran apropiados para cortar materia vegetal dura, como los de algunos mamíferos actuales, y probablemente pertenecieron a un animal gigan-

tesco que comía plantas, pero se hallaron en rocas del Cretácico, demasiado antiguas (como se creía entonces) para contener cualquier mamífero. Esto tropezó con la incredulidad de los famosos científicos de la época, entre ellos el célebre naturalista barón Georges Cuvier de París (1769-1832), considerado en general como el fundador del estudio de la anatomía comparada. Todos ellos creyeron que los dientes eran de mamífero y que Mantell se equivocaba al pensar que procedían de rocas cretácicas. Argumentaron que debían provenir de rocas superpuestas, depositadas mucho más tarde.



Algunos de los dientes originales de *Iguanodon* hallados por el doctor Mantell y su esposa.
El diente de la derecha mide 5,3 cm de largo.

Pero Mantell sabía que no estaba equivocado. Descubrió que sus dientes fósiles eran similares a los de un lagarto iguana de América Central y decidió llamar al animal desconocido del que procedían: *Iguanodon,* «diente de iguana». Publicó una descripción del diente y los huesos de *Iguanodon* en 1825. Ahora sabemos que en muchas cosas Mantell se equivocaba. Describió al animal como un verdadero cuadrúpedo, que andaba a cuatro patas; pero más de cincuenta años después se encontraron unos esqueletos mucho mejores (véase abajo), los cuales demostraron que a menudo caminaba sólo sobre las patas traseras (véase lámina 4). Mantell cometió además un divertido error al tomar el hueso puntiagudo del pulgar (del que

encontró un solo ejemplar) y colocarlo sobre el hocico, como si la criatura fuese un rinoceronte. Pero estos errores no importan demasiado. El descubrimiento fundamental de Mantell, y en el que tenía toda la razón, fue reconocer que en el remoto pasado, antes de que los mamíferos predominaran en la tierra, habían existido reptiles gigantescos —mucho mayores que cualquiera de los hoy conocidos— y algunos de ellos, por lo menos, se alimentaban de plantas. La creencia de Mantell fue avalada por Cuvier, el cual, informado de las nuevas pruebas en 1824 (antes de que se publicaran), aceptó muy juiciosamente la catalogación de reptiliano, efectuada por Mantell, del material encontrado y admitió que él mismo se había equivocado al creer que procedía de un mamífero.



Modelo de la restauración efectuada por Waterhouse Hawkins del *Iguanodon*. El cuerno que Hawkins puso sobre el hocico del animal era en realidad uno de sus pulgares.

Es interesante señalar que, después de la primera redacción de este capítulo, hemos descubierto en las colecciones del Museo de Historia Natural de Londres un hueso de *Iguanodon* que, según parece, fue recogido en Cuckfield en 1809, trece

años antes del famoso descubrimiento de la señora Mantell. Lo compró William Smith, «padre de la geología inglesa», el cual, naturalmente, no tenía la menor idea de lo que había adquirido. También se ha afirmado que Dean Buckland, de la Universidad de Oxford, encontró huesos de *Iguanodon* en la isla de Wight unos años antes de los descubrimientos de Mantell en Sussex.

Entretanto tenían lugar otros descubrimientos. Varios huesos de otro reptil enorme, tan grande como el *Iguanodon* pero con dientes apropiados para comer carne, habían sido excavados en Stonesfield, Oxfordshire, incluso antes del descubrimiento de la señora Mantell en 1822, pues Cuvier lo vio en Oxford ya en 1818. El animal recibió el nombre de *Megalosaurus* («lagarto grande»; véase lámina 3) y Buckland publicó una descripción de él en 1824. (Quizá el *Megalosaurus*, más que el *Iguanodon*, merece realmente el apelativo de primer dinosaurio, pues su esqueleto no sólo fue el primero que se halló, sino también el primero en recibir un nombre apropiado. Por desgracia, Buckland, aunque era geólogo profesional, no reconoció su importancia.) En 1832 Mantell describió otro esqueleto de reptil muy diferente, procedente de Sussex (*Hylacosaurus*), y en 1834 encontró todo un conjunto de huesos de *Iguanodon* —incluso con dientes— en una cantera de Maidstone, Kent. (Este último descubrimiento se hizo tan famoso que, en 1949, se permitió al municipio de Maidstone incorporar un *Iguanodon* a su escudo de armas, como tenante.) Durante la década de 1830 se descubrieron más reptiles gigantes, tanto en Inglaterra como en otros países, y en 1841 se conocían nueve clases diferentes, algunas, debemos admitirlo, de restos bastante incoherentes.

En 1841, en una reunión celebrada en Plymouth por la Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia, el doctor Richard Owen (1804-1892; más tarde *Professor Sir* Richard Owen, primer director del Museo de Historia Natural en South Kensington) sugirió que el *Iguanodon*, el *Megalosaurus* y el *Hylacosaurus* deberían recibir todos ellos la denominación de Dinosaurios, los «terribles lagartos». (Por entonces ya se conocía un cuarto dinosaurio británico, el *Cetiosaurus*, pero Owen

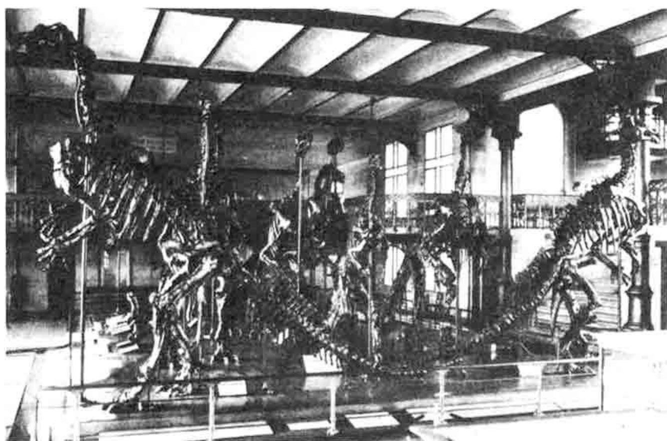
creía que era un cocodrilo.) Los dinosaurios podían reconocerse por su tamaño gigantesco y por ciertas peculiaridades desconocidas en otros reptiles.



Richard —posteriormente Sir Richard— Owen (1804-1892).

Estos monstruos del mundo prehistórico recién descubiertos pronto llegaron a oídos del público general. En realidad, su interés fue estimulado a propósito mediante la construcción al sur de Londres, en los terrenos del Palacio de Cristal, en Sydenham, de varias restauraciones a tamaño natural de reptiles (incluidos todos los dinosaurios de Owen), anfibios y mamíferos extintos. Los trabajos, en cemento, piedra, ladrillo, losetas y hierro, se debieron al escultor Waterhouse Hawkins, que los realizó bajo la dirección de Owen, y se terminaron en 1854. Un acontecimiento especialmente memorable tuvo lugar la Nochevieja de 1853, cuando Hawkins y Owen dieron una cena —a la hora poco común de las cuatro de la tarde—, para veinte invitados distinguidos: una docena de ellos, aproximadamente, estaba sentada *dentro* del modelo de *Iguanodon* casi terminado. A pesar de que, a la luz de los conocimientos modernos, todas las restauraciones de dinosaurios son erróneas por completo (tanto el *Iguanodon* como el *Megalosaurus* se restauraron

como cuadrúpedos), la exhibición resultó tremendamente popular; y, a pesar del incendio del Palacio de Cristal en 1936, los animales de cemento continúan hoy allí, bajo los buenos cuidados del *Greater London Council.*



Los esqueletos de *Iguanodon* de Bernissart, exhibidos en el Real Instituto de Ciencias Naturales de Bruselas.

Así fue como nació la idea de los dinosaurios y empezó a ser conocida más ampliamente. En Gran Bretaña ya no se harían muchos más descubrimientos de dinosaurios realmente importantes. Norteamérica pasó a ser el escenario de la mayor parte de los hallazgos durante la segunda mitad del siglo xix. Pero antes de cruzar el Atlántico debemos mencionar el notable descubrimiento efectuado en una mina de carbón, en la localidad belga de Bernissart, en 1877 y 1878. Más de 300 metros bajo la superficie los mineros tuvieron que avanzar horadando una masa que resultaron ser esqueletos de *Iguanodon.* Se tardó tres años para extraerlos de la mina. En el Real Instituto Nacional de Ciencias Naturales de Bruselas hay ahora treinta y uno de estos dinosaurios. Once esqueletos completos están montados en posición erguida, y veinte más, completos o no, se exhiben tendidos. Estos especímenes fueron los que pusieron de

manifiesto los errores en las reconstrucciones del *Iguanodon* efectuadas por Mantell y Owen.



Un técnico trabajando en la superficie del peñasco que forma el Monumento Nacional del Dinosaurio, Utah.

Por la misma época en que se excavaban los dinosaurios belgas, en el Oeste norteamericano, principalmente en los estados de Colorado, Utah, Wyoming, Montana y (más tarde) Nuevo Méjico, se efectuaban los primeros descubrimientos importantes. Esta parte del mundo todavía se estaba conquistando, y a menudo los coleccionistas corrían el peligro de que les atacaran los indios. La zona más famosa se encuentra alrededor de la pequeña ciudad de Medicine Bow, en Wyoming. Allí, a lo largo de kilómetros, el terreno estaba literalmente cubierto de huesos de dinosaurios gigantescos, bien preservados y fáciles de recoger. En aquel lugar había tantos huesos que un pastor había llegado a construirse con ellos una pequeña cabaña. Fue posible recoger esqueletos casi completos en enormes cantidades, como muestran las bien equipadas salas de dinosaurios en muchos de los principales museos norteamericanos. Un lado divertido de esta historia radica en el odio que se profesaron dos profesores rivales, Edward Drinker Cope

(1840-1897) y Othniel Charles Marsh (1831-1899); cada uno de ellos trató de recoger y dar nombre a más dinosaurios que el otro. Cuando empezaron, sólo nueve dinosaurios habían sido nombrados en toda Norteamérica, pero cuando terminaron entre los dos habían dado nombre a 136 más.



Dinosaurios en el Sahara: una columna vertebral de *Ouranosaurus*, expuesta por la acción del viento, en Nigeria nororiental.

Se produjeron, a principios del siglo actual, muchos descubrimientos y con gran rapidez. Otra famosa zona de dinosaurios en Estados Unidos se halla cerca de la ciudad de Vernal, en Utah. Descubiertos en 1909, los estratos (llenos de enormes huesos de dinosaurio) han sido inclinados por los movimientos de la tierra, de modo que ahora están casi verticales, con la superficie superior formando un acantilado de nueve metros de

altura y casi sesenta metros de largo. Este acantilado se ha incorporado a un edificio especial, un museo único, donde los visitantes pueden caminar a lo largo de una galería baja y otra alta, y observar cómo los hábiles técnicos exponen los huesos en la superficie del acantilado. Toda la zona de alrededor de este lugar se denomina Monumento Nacional del Dinosaurio. Su sede oficial se encuentra al otro lado de la frontera estatal, en Colorado, en las afueras de una pequeña localidad que antes se llamaba Artesia pero que ha sido bautizada de nuevo con el nombre de Dinosaur. Hasta las calles de esta población tienen nombres como Bulevar Brontosaurus, Avenida Stegosaurus o Paseo Triceratops.

Otros países donde también se encontraron muchos dinosaurios antes de la Primera Guerra Mundial fueron Canadá (en el valle del río Red Deer, Alberta) y África Oriental Alemana, actualmente Tanzania. Después de la Primera Guerra Mundial se han descubierto nuevos depósitos de dinosaurios: los más ricos se encuentran en el desierto de Gobi, en Mongolia, pero otras zonas prometedoras son China, India, el Sahara y Argentina. El único continente que todavía no ha producido restos de estos grandes reptiles es la Antártida, y los paleontólogos tienen pocas dudas acerca de que, incluso allí, bajo el hielo, los huesos de dinosaurio aguardan el descubrimiento... recordatorio del clima cálido de la Antártida en el remoto pasado.

VII. EN BUSCA DE DINOSAURIOS

A todos nos gustaría encontrar tesoros escondidos en el jardín, tal vez un montón de monedas romanas de oro y plata, o adornos medievales con incrustaciones de piedras preciosas. No importa dónde vivamos, siempre existe la posibilidad, la leve esperanza de que un día nos sonría la fortuna, pues un tesoro escondido puede descubrirse en cualquier parte. También sería excitante encontrar un dinosaurio, pero en este caso debemos ser más precavidos, pues sólo hay escasos lugares donde existe la posibilidad de encontrarlos.

Al igual que todos los fósiles, los dinosaurios sólo pueden encontrarse en las rocas formadas con los sedimentos en los que estuvieron enterrados sus restos, como el barro y la arena. En el capítulo III hemos visto que estos sedimentos se transforman en rocas sedimentarias como la arcilla y la arenisca. En cambio, las rocas formadas directamente en el interior fundido de la tierra (rocas ígneas, como el granito y el basalto) nunca tienen fósiles, excepto, en muy raras ocasiones, impresiones en la superficie de las corrientes de lava. Recuérdese también que los dinosaurios vivieron sólo en el Triásico superior, el Jurásico y el Cretácico, es decir, desde hace 205 millones de años hasta hace 65 millones de años; esto significa que no podemos esperar encontrar sus huesos en ninguna roca sedimentaria por debajo del Triásico superior, o por encima de la capa más alta del Cretácico. Y los dinosaurios fueron animales terrestres, por lo que, como regla general, no podemos esperar descubrir sus restos en sedimentos que se depositaron en el fondo del mar (como la mayor parte de los sedimentos).

A veces, sin embargo, se encuentran esqueletos de dinosaurio en depósitos de origen marino, pues sus cadáveres en ocasiones flotaron río abajo y fueron a parar al océano. Pero esto sucede con tan poca frecuencia que, en la práctica, es una pérdida de tiempo buscar ex profeso dinosaurios en estos lugares.



Un miembro de la expedición polaco-mongola al desierto del Gobi trabajando en el esqueleto de un dinosaurio con pico de pato.

Donde debemos buscar de veras es en los depósitos originados en agua dulce: pantanos, lagos o ríos, tal vez en deltas; también podríamos descubrir lo que andamos buscando en depósitos formados en tierra seca (ceniza volcánica y dunas de arena). La mejor zona para encontrar dinosaurios en Inglaterra son las rocas del Cretácico inferior de Sussex y la isla de Wight, depositadas hace unos 120 millones de años en una gran depresión que se abría al mar intermitentemente (véase ilustración de la p. 36). Pero ahora incluso allí es muy difícil encontrar buenas «exposiciones», porque las canteras de Sussex, en las que Mantell encontró sus huesos de *Iguanodon* en la primera mitad del siglo XIX, ya no se trabajan. Hace cien o más años estaban, como están ahora, tan cubiertas de tierra, vegetación y árboles que es imposible llegar a la roca fresca, no alterada por la intemperie. Los restos de dinosaurios que se encuentran en la isla de Wight son a veces esqueletos casi completos, con los huesos todavía colocados unos junto a otros, como lo estaban en vida del animal, pero los restos de Sussex casi siempre son

huesos y dientes esparcidos, o quizá una hilera de vértebras de la cola.

Parece, pues, que Inglaterra no es un lugar muy adecuado donde buscar dinosaurios, aunque, para su pequeño tamaño, tiene más clases diferentes de estos animales que ningún otro país del mundo. Gales, Escocia e Irlanda carecen por entero de dinosaurios (con excepción de unas pocas huellas en el sur de Gales). Sin embargo, son especialmente abundantes en ciertas regiones de Norteamérica, tanto Canadá como Estados Unidos, y también pueden hallarse en cantidad en otras zonas del globo menos accesibles. Una vez más, sólo podemos esperar el hallazgo de dinosaurios en tierra o en depósitos de agua dulce del Triásico superior o el Cretácico superior, y tampoco tiene mucho sentido buscarlos ex profeso excepto en aquellas zonas donde ya se han encontrado accidentalmente.

Se nos plantea ahora la cuestión de quién podría hallar un hueso de dinosaurio por accidente. Tal vez un pastorcillo en la ladera de una colina; quizás un geólogo o un explorador ordinario que avanza a pie por una parte del mundo poco conocida, alejada de la civilización (como el oeste de Estados Unidos hace cien años o el Sahara en la actualidad). O bien —como vimos en el capítulo III— podría ser un trabajador de una cantera o un minero, un ingeniero de caminos que construye una nueva carretera o un obrero que excava los cimientos de un edificio.

Una vez sabemos que los dinosaurios han sido descubiertos en una zona determinada, podemos estar bastante seguros de que se descubrirán más. Pero no podemos improvisar su búsqueda. Si queremos cazar animales vivos, hemos de obtener permiso del propietario del terreno donde deseamos hacerlo; es posible que necesitemos también una licencia de caza. Y si el animal no es común —lo que ahora se llama una «especie en peligro»— es posible que no nos autoricen a cazarlo. Lo mismo sucede con los fósiles. En la mayoría de los casos necesitamos permiso del terrateniente o la compañía minera, y en la mayor parte de los países se requiere un permiso gubernamental para recoger huesos fósiles y llevarlos al extranjero. Ese permiso

sólo suele concederse si la persona que recoge los fósiles accede —una vez terminados sus estudios científicos de dichos fósiles— a devolverlos, al menos una parte de ellos, al país de donde proceden.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la búsqueda de dinosaurios —como la caza de leones o elefantes— puede ser peligrosa no, desde luego, por la misma razón, sino porque los mejores lugares para buscar fósiles se encuentran en rocas recién expuestas, lo que significa lugares donde las rocas se desmoronan y caen; y cuando la roca ha caído una vez, siempre puede caer de nuevo.

Pero finalmente podemos iniciar la búsqueda. Hay que explorar la zona con mucha paciencia. A veces podemos andar y andar durante días sin encontrar nada. Hemos de ser muy observadores pues, de la misma manera que un zorro o un ciervo denuncian su presencia con sus deyecciones o huellas de pisadas (o para un perro, por su olor), un mero fragmento de hueso en el terreno puede mostrar la presencia de un esqueleto de dinosaurio. Muchos más huesos del esqueleto pueden estar enterrados bajo el suelo, o pueden encontrarse a la intemperie en lo alto de la montaña y caer pieza a pieza por la ladera. La verdad es que la mayor parte de nuestros hallazgos no consisten más que en fragmentos de huesos de las extremidades, algunas vértebras, dientes sueltos o trozos de roca desgastados por la intemperie en cuya superficie aparece el hueso roto. Sólo un experto puede reconocerlos (y es posible que no pertenezcan a un dinosaurio y que hayan pertenecido, por ejemplo, a un cocodrilo). Cuando se encuentran muchas de tales piezas en un solo lugar, es posible que tengamos dos o más animales amontonados.

Antes de que intentemos recoger nuestro fósil, primero hemos de tomar nota cuidadosa de su posición exacta, quizá tomando fotografías o haciendo dibujos. La forma de recogerlo depende en gran parte de la clase de fósil de que se trate. Si está bastante desprendido de la roca que le había rodeado y es lo bastante fuerte, no hay más que tomarlo, pintarle el número, envolverlo y empaquetarlo. Un diente pequeño puede envolverse en papel de seda y empaquetarse con algodón en rama

dentro de una caja de cerillas. Un gran hueso del muslo, de un metro de longitud, puede envolverse en tela de saco y embalarse en una caja con paja. Un amasijo de fragmentos rotos puede guardarse directamente en una bolsa de muestras. Pero pocas veces resulta tan fácil. El esqueleto puede estar todavía incrustado en la roca —tal vez arcilla blanda o caliza dura— y es preciso extraerlo de alguna manera. En este caso es innecesario apartar toda la roca del hueso, pero como es lógico preferimos llevamos la menor cantidad posible de roca. Para esta tarea necesitamos una amplia variedad de herramientas, que van desde picos y palas hasta taladros neumáticos, pasando por llanas, viejos cuchillos de cocina, martillos, cinceles, cortaplumas, agujas montadas y diminutos cepillos. Los fragmentos sueltos se pegan, y las partes que son demasiado blandas y frágiles se endurecen mediante una solución resinosa especial con la que se rocían o pintan.



Escayolado de un cráneo en el lugar en que ha sido excavado.



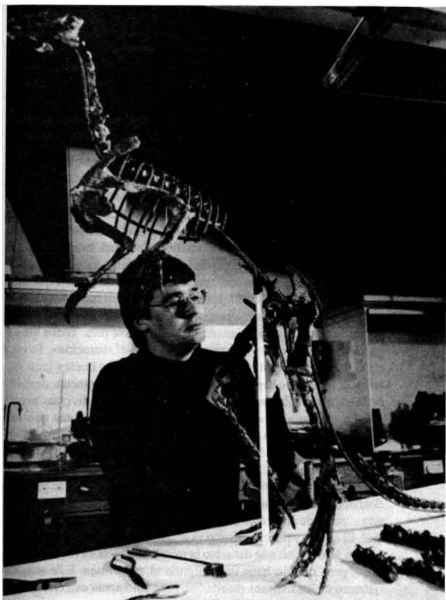
Corte de una cubierta de escayola en un laboratorio paleontológico.



Aplicación de una solución endurecedora sobre los huesos de un *Scelidosaurus,* que han quedado previamente al descubierto por la acción del ácido acético vertido sobre la roca caliza que los incluía. El fragmento de roca se ha revestido de una envoltura protectora de plástico reforzado con fibra de vidrio, con el fin de sostenerlo y limitar la acción del ácido a la capa superior de la roca.

Muy a menudo es necesario encajar todo el fósil en un bloque de escayola, de la misma manera que los médicos escayolan un miembro cuando se ha roto por accidente. Pero un método más moderno utiliza espuma de poliuretano en vez de escayola. El dinosaurio se coloca en estos bloques a fin de proteger el frágil esqueleto en su largo viaje al laboratorio y para mantener todos los huesos en las mismas posiciones relativas.

Una vez en el laboratorio, todavía hay mucho que hacer. Algunos de los fragmentos que se han guardado en la bolsa de muestras, si se han roto hace poco y no están muy afectados por la intemperie, pueden encajar para formar piezas mayores e incluso huesos completos. Tratar de juntarlos es un ejercicio fascinante, algo parecido a resolver un rompecabezas tridimensional en el que faltan muchas de las piezas y que quizás tiene algunas pertenecientes a otro rompecabezas. Además, sin tener ninguna imagen del producto terminado la tarea está lejos de ser fácil.



Montaje de un esqueleto de *Hypsilophodon* en una estructura metálica.

Los bloques de escayola o poliuretano han de abrirse y los especímenes más blandos tienen que endurecerse más. Todos los especímenes están ahora preparados para su «elaboración», lo cual significa la extracción de la roca alrededor de los huesos (con frecuencia hay una capa de roca muy dura inmediatamente después de la superficie del hueso). Esto puede hacerse

de diversas maneras. La más antigua es a mano, utilizando herramientas que van desde el martillo y el cincel a una aguja montada tan fina que, bajo el microscopio, un hábil técnico puede arrancar un grano de arena cada vez. Una técnica más moderna utiliza herramientas accionadas por energía eléctrica, en su mayor parte como las que usan los dentistas para taladrar agujeros en los dientes. Un tercer método es una especie de chorro de arena que se lanza con una máquina especial. El cuarto y último método es el químico. El espécimen se trata con un ácido débil que disuelve la matriz (es decir, la roca contenedora) pero que no hace daño alguno al espécimen. Este método químico da los mejores resultados, pero sólo actúa con ciertas clases de matrices y es bastante lento.

Finalmente seremos los orgullosos poseedores de una buena colección de huesos limpios y reparados de dinosaurios, todos ellos (así lo esperamos) del mismo individuo. Pero sin duda faltarán varios huesos e, incluso aquéllos que poseemos, puede que no estén ni mucho menos completos. Así, si el espécimen está destinado para su exhibición pública, los huesos y partes de los huesos que faltan deberán modelarse de la manera más realista posible. (Hasta hace pocos años tales sustitutos se hacían de yeso, pero ahora suelen hacerse de fibra de vidrio y resina, mucho más ligeras y menos frágiles, pero más caras.) La operación final tendrá lugar cuando todos los huesos, tanto los verdaderos como los artificiales, estén montados en una estructura de metal o fibra de vidrio, cuya forma sea tal que todo el dinosaurio parezca mantenerse en la posición que tenía en vida. Un esqueleto mondo, sin carne, puede servir, como veremos en el siguiente capítulo, para algo más valioso que excitar nuestra curiosidad y provocar nuestro asombro, respeto y maravilla. Un sencillo trabajo de detective, un poco de sentido común, a menudo pueden convertir una simple colección de huesos viejos en un tesoro de información útil sobre el mundo prehistórico.

VIII. LOS DINOSAURIOS, ANIMALES VIVIENTES

Los esqueletos montados de dinosaurio son unos objetos muy útiles para llenar galerías de museo, en parte debido a que ocupan mucho espacio y en parte porque atraen a mucha gente que se maravilla de su tamaño gigantesco y su extraño aspecto. ¿Pero cuántas de esas personas que contemplan asombradas un *Diplodocus* o un *Tyrannosaurus rex* se han detenido a preguntarse alguna vez cuál era el aspecto del animal cuando estaba vivo, de qué se alimentaba, cuál era su comportamiento y en qué clase de mundo vivía?

A menudo podemos hallar las respuestas a estas preguntas mediante un estudio minucioso de los huesos de dinosaurio, tal vez comparándolos con los huesos de animales vivos, pues casi todo rasgo de la forma de cada hueso y de la estructura de todo el esqueleto tiene algún significado. Un estudio de fósiles no óseos de dinosaurio (tales como huellas de pisadas) también puede resultar gratificante. Incluso podemos aprender mucho de una lista de los otros fósiles, animales y plantas, hallados con los dinosaurios en los mismos sedimentos, y un examen científico de los mismos sedimentos a menudo puede informamos sobre las condiciones en que los dinosaurios vivieron o murieron. La mejor manera de explicar esto es dar algunos ejemplos.

Primero trataremos de reconstruir la forma del animal vivo, con la carne sobre los huesos. La mayor parte de la «carne» eran músculos. En general, un músculo va de un hueso a otro, y en cada extremo está adherido al hueso por medio de un tendón fibroso; el punto de adherencia está señalado por un abultamiento, una cicatriz o un ligero hueco, todo lo cual con frecuencia puede verse tan claramente en un hueso fósil como en el hueso de un animal recién muerto. Ahora bien, la disposición de los músculos en animales íntimamente relacionados es, por regla general, muy similar; podemos decir por los abultamientos, cicatrices y huecos de los huesos de los dinosaurios que su disposición muscular no fue muy diferente de las halladas en sus parientes vivos más próximos, los cocodrilos y las aves. Así pues, si somos capaces de ver la posición y el tamaño de las adherencias musculares en nuestro esqueleto de dinosaurio, y si poseemos un buen conocimiento de los músculos de

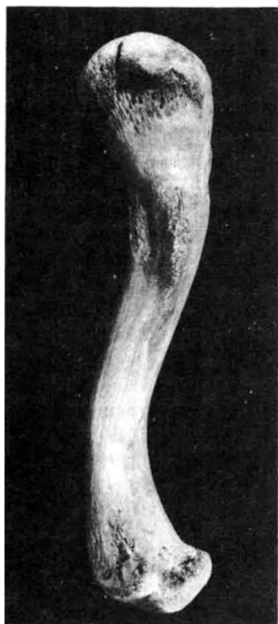
cocodrilos y aves, podremos suponer de manera fidedigna la posición, forma y tamaño de los músculos de dinosaurio. Si también tenemos destreza para modelar y poseemos un modelo exacto a escala del esqueleto de un dinosaurio, podremos formar sus músculos con arcilla y realizar una restauración razonable de la forma del animal vivo.



Cálculo del volumen de una maqueta de dinosaurio mediante la medición de la cantidad de agua que desaloja al introducir dicha maqueta en un recipiente completamente lleno.

Semejante modelo restaurado puede utilizarse para calcular el peso del dinosaurio. Primero debemos averiguar el volumen del modelo sumergiéndolo en agua, en un recipiente graduado, y anotando cuánto sube el nivel del agua (el modelo debe ser de un material que no absorba agua). En segundo lugar, debemos averiguar el volumen del dinosaurio verdadero, multiplicando el volumen del modelo por el cubo de la escala (por ejemplo, si el modelo es a escala de un vigésimo debemos multiplicar este volumen por 20 × 20 × 20, es decir, por 8.000). En tercer lugar, la mayoría de los reptiles actuales son aproximadamente 0,9 veces tan pesados como su propio volumen de

agua, por lo que debemos multiplicar el volumen del dinosaurio (en mililitros) por 0,9. Esto dará el peso del dinosaurio en gramos.



Fémur de un cocodrilo actual, en el que se aprecian las señales existentes en los lugares de unión de los músculos con el hueso.



Fémur de un dinosaurio con pico de pato, *Orthomerus,* mostrando señales parecidas. Longitud: 49 cm.

Como ya hemos dicho, a veces hallamos impresiones de piel de dinosaurio; estas impresiones son bastante útiles, pues nos muestran su textura escamosa y la ausencia de plumas o de pelo. La única cosa de la que no podemos tener referencia es del color de la piel; esto sólo podemos suponerlo, pero si hemos de considerar a los dinosaurios como reptiles, podemos suponer que quizá tuvieran unos colores tan vivos como algunos de los reptiles de hoy.

Tras haber completado nuestra imagen del dinosaurio en sí, ahora nos enfrentamos al problema de si vivía en tierra o en

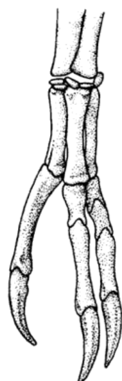
el agua. ¡Hemos de elegir el fondo adecuado para nuestra pintura! A veces esto resulta difícil de decidir, como en el caso de los dinosaurios saurópodos, el *Diplodocus* y sus parientes (de los que hablamos con cierto detalle en el capítulo XIII) y el de los dinosaurios con pico de pato (capítulo XIV).



Mano de un *Iguanodon* que muestra como algunos de los huesos terminales de los dedos, a juzgar por su forma, tenían «cascos» córneos más que garras. La distancia desde la punta del primer dedo hasta la del quinto es de 39 cm.

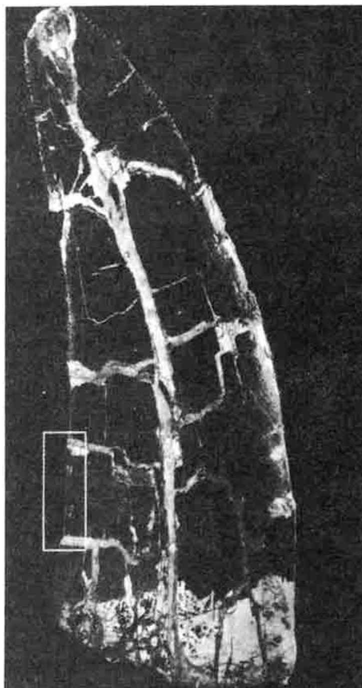
Una de las cuestiones más importantes con respecto a todo dinosaurio es la de saber si fue un cuadrúpedo o un bípedo, o si podía caminar a dos o cuatro patas cuando lo deseaba. Se ha dicho con frecuencia que el animal debía de ser un bípedo si las extremidades delanteras eran mucho más cortas que las traseras. Esto es evidente en el caso del *Tyrannosaurus*, cuyas extremidades delanteras eran demasiado pequeñas para que tuvieran alguna utilidad locomotriz. Pero en el caso del *Stegosaurus*, cuyas extremidades delanteras son de una longitud inferior a la mitad de las traseras, es evidente (por otras razones) que el animal caminaba no obstante a cuatro patas, y que lo hacía continuadamente. Si los pies delanteros están especializados para asir, el animal no podría haberlos utilizado para caminar y podía haber sido un bípedo; esto es cierto también si los pies posteriores *pero no los delanteros* están especializados

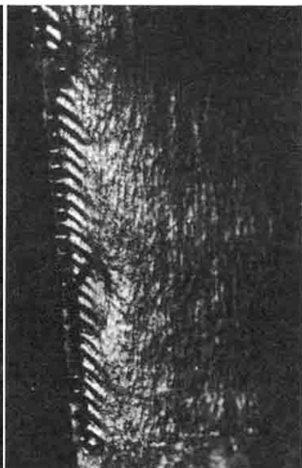
para correr. Por otro lado, la presencia de cascos en las patas delanteras en vez de garras puntiagudas debe significar que el dinosaurio era cuadrúpedo al menos durante cierto tiempo. Las huellas de pisadas fósiles pueden ser de gran ayuda, siempre que sepamos qué animal las produjo. Si hay impresiones de los pies delanteros tanto como de los traseros, es señal de que el animal caminaba a cuatro patas; si hay sólo impresiones de los pies traseros, es que andaba en posición bípeda. (Se conocen unas marcas de huellas sólo con impresiones de los pies delanteros. ¡No, el dinosaurio no caminaba sobre las manos! Flotaba en el agua y utilizaba los pies delanteros para avanzar apoyándolos en el fondo.)



Mano asidora de un dinosaurio avestruz, Omithomimus; esta mano no pudo haber sido utilizada para caminar.

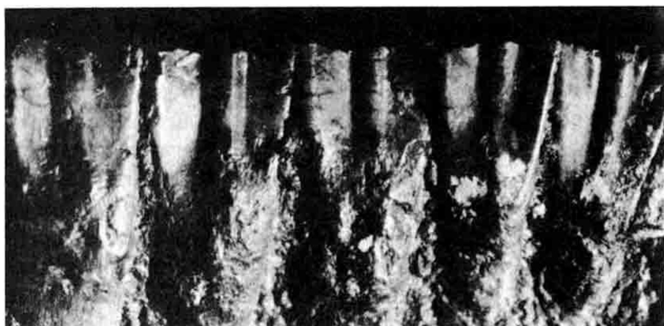
No debería entrañar demasiada dificultad decir si el dinosaurio era capaz de correr con rapidez. Los animales de complexión ligera con patas largas y delgadas caminaban con frecuencia de puntillas (como los modernos mamíferos con pezuñas), y es evidente que podían moverse con más rapidez que las criaturas muy voluminosas con patas más cortas o gruesas como columnas. Tampoco parece probable que los dinosaurios que se protegían con pesadas armaduras (como describiremos en el capítulo XV) fueran capaces de gran velocidad; en cualquier caso, la velocidad era menos importante para ellos que para sus primos desprotegidos.





Izquierda. Diente de un carnosaurio (posiblemente *Megalosaurus)* del Jurásico superior de Tanzania. Longitud: 16 cm.

Arriba. Detalle aumentado de la parte recuadrada en la fotografía de la izquierda, que muestra la estructura aserrada del diente.



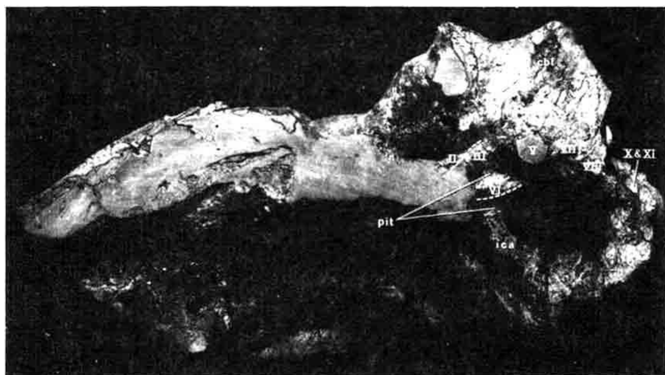
Dientes de la mandíbula superior del ornitópodo *Heterodontosaurus*, del Jurásico inferior de África meridional. El conjunto de los siete dientes abarca 2,1 cm.

A continuación entramos en la interesante cuestión de la dieta del dinosaurio. Como sería de esperar, a este respecto la forma de los dientes tiene la máxima importancia. Algunos dinosaurios tenían dientes puntiagudos, ligeramente curvados hacia atrás (véase la figura de la izquierda en la página anterior); los bordes delantero y trasero tienen unas muescas regulares, como una sierra o un cuchillo para cortar carne. Estos animales eran carnívoros y utilizaban los dientes solamente para capturar a su presa y, si ésta era demasiado grande, para cortarla en porciones más fáciles de tragar. Otros dinosaurios tenían dientes simples, en forma de estaca (véase la ilustración de la página anterior), lápiz, cuchara u hoja. Probablemente se alimentaban de vegetales blandos, que cortaban y recogían como con un rastrillo. Había otros que tenían unos dientes mucho más complicados, en forma de sierra y con estrías en sus superficies interna y externa, colocados muy próximos en una (véase la ilustración arriba) o varias (véanse las ilustraciones de la p. 155) hileras, y desgastados por los dientes de la mandíbula opuesta para producir una superficie masticadora lisa. Los dientes superiores e inferiores funcionaban como unas podaderas, cortando la áspera vegetación de la que se alimentaban estos dinosaurios. Finalmente, otros dinosaurios carecían por entero de dientes. En general, se cree que se alimentaban de pequeños animales, insectos, huevos y frutas.



Diente de un saurópodo (posiblemente *Cetiosauriscus)* del Jurásico superior de Cambridgeshire. Longitud: 5,5 cm.

Muy pocas veces (como en el caso del dinosaurio con pico de pato mencionado en el capítulo XIV), podemos descubrir con exactitud lo que el animal había comido mediante un examen directo del contenido estomacal fosilizado.



Parte del cráneo de un *Iguanodon*, seccionado longitudinalmente a la izquierda de la línea media y con una gran porción del hueso extraída, de manera que se expone el molde natural de la cavidad del cerebro. El extremo frontal está a la izquierda. Su longitud es de 41 cm. La parte principal del cerebro está arriba, a la derecha, el lóbulo olfativo izquierdo es visible en sección (a la izquierda) y las raíces de los nervios craneales **II** a **VIII** del lado izquierdo han sido igualmente cortadas. Los nervios **X** y **XI** del lado derecho también son visibles, ch: hemisferios cerebrales; **cbl**: cerebelo; **ica**: arteria carótida interna; **ol**: lóbulo olfatorio; **pit**: hipófisis; l-XI: nervios craneales (**II** es el óptico y **VIII** el auditivo).

En la actualidad los paleontólogos discuten acaloradamente si los dinosaurios eran de sangre fría, como los reptiles modernos, o de sangre caliente, como los mamíferos y las aves. Existen pruebas de índole muy distinta al respecto, pero por desgracia no todas señalan en la misma dirección. De este problema nos ocupamos brevemente en el capítulo XVI.

También puede obtenerse información relativa al animal mediante un molde endocraneal, que puede ser natural o artificial, de la cavidad que contiene el cerebro. En vida del dinosaurio, el cerebro encajaba casi exactamente en el cráneo, de modo que un molde de la cavidad proporciona una copia casi exacta de la forma del cerebro. Los tamaños relativos de las diversas partes del cerebro nos dicen, entre otras cosas, qué sentidos estaban mejor desarrollados; así, por ejemplo, los lóbulos ópticos alargados sugieren que la visión jugó un papel importante en la vida del animal.

Pueden hallarse muchas otras indicaciones de la forma de vida de los dinosaurios. ¿Cómo producían a sus hijos? Algunos de ellos desde luego ponían huevos (véanse los caps. XIII y XV); mientras que otros, con menos certeza, deben de haber parido a sus crías (cap. XII). ¿Cómo crecían? También en el capítulo XV veremos cómo a veces tenemos la suerte de encontrar individuos de una especie de dinosaurio en cada estadio de desarrollo, desde el huevo hasta el adulto. ¿Llevaban una vida solitaria o vivían en manadas? Una serie de huellas de la misma clase de dinosaurio, al parecer todas ellas efectuadas al mismo tiempo, nos indica que esa especie en particular vivía de manera gregaria. ¿Cómo se defendían cuando les atacaban? También esto está muy claro por la forma de la armadura y de los apéndices (como colas a modo de mazos o con púas) con los que a veces les dotaba la naturaleza (cap. XV). Sus esqueletos muestran a veces las cicatrices de las heridas curadas (demostrando que luchaban entre ellos, dentro de una especie) y signos de enfermedad. La forma de su muerte también puede proporcionar una información útil.

En cuanto al mundo en el que vivían, podemos construir todo un panorama a partir de nuestro conocimiento de los demás animales y plantas con los que compartían ese mundo, o de los sedimentos en los que todos estaban enterrados y otros fenómenos geológicos. Un geólogo competente puede estudiar estos sedimentos y decir si se depositaron en un clima cálido o frío, en condiciones húmedas o secas, y si había o no mucha diferencia entre las estaciones del año. Un experto zoólogo puede obtener información sobre los temas que conciernen a los animales, un botánico a las plantas. Cuanto más se refuerzan entre sí las informaciones procedentes de diversas fuentes, tanto más podemos confiar en ellas.



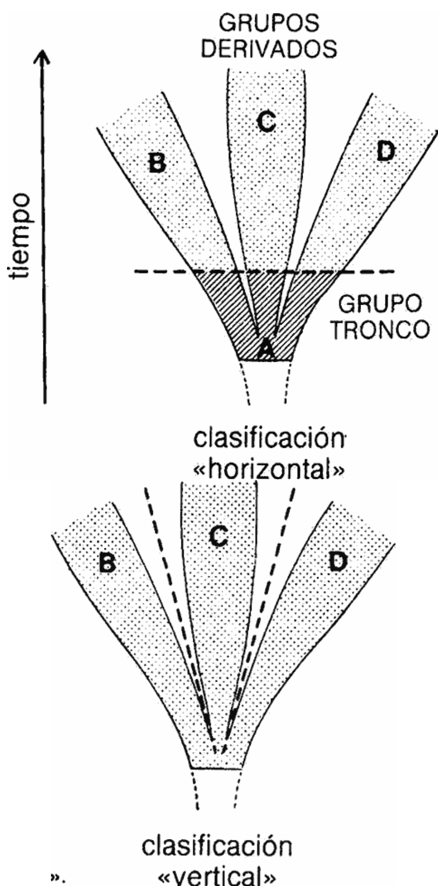
Hueso de la cadera (isquion) de un *Iguanodon*, roto en vida y curado. Longitud: 98 cm.

IX. PRINCIPIOS DE CLASIFICACIÓN

Nadie sabe cuántas especies animales viven en la actualidad, pero se calcula que aproximadamente han sido descritas más de un millón y que es probable que haya muchísimas más esperando todavía ser descritas. Las especies fósiles —casi todas ellas desconocidas— deben de sumar innumerables millones. Si consideramos sólo los reptiles, de los que hoy conocemos una pequeña parte, su número alcanzaría ciertamente varios miles. Y los dinosaurios deben de contarse por centenares.

Existen varias razones prácticas por las que todas estas especies, como los soldados en un ejército, los libros en una biblioteca o los sellos en una colección, tienen que ser catalogadas. Cierto que sería muy fácil catalogarlas por orden alfabético según sus nombres, o por orden numérico según las fechas en que esos nombres se propusieron por primera vez. Pero tales listas —aunque útiles para determinados cometidos— no nos dirían nada sobre cada especie y sus relaciones con las demás. Dado que estos aspectos son en extremo importantes (los estudios zoológicos se ocupan con mayor frecuencia de los grupos de especies que de estas formas consideradas aisladamente) es mucho más útil clasificar a los animales de acuerdo con sus características comunes. El sistema empleado es muy parecido al que se utiliza en una biblioteca, donde los libros están clasificados y almacenados según el tema de que tratan. Por ejemplo, todos los libros que se ocupan de historia griega, romana, europea, inglesa, norteamericana, etcétera, se guardarían en grupos separados dentro de esa sala, y cada estante de cada grupo se reservaría para libros sobre un período determinado. Así, si deseáramos ver todas las obras sobre Inglaterra en el siglo XVI, sabríamos exactamente dónde buscarlas. Sin embargo, existen distintas maneras de disponer los libros en una biblioteca, y no sólo hay una manera «correcta». La clasificación que elijamos obedecerá a la conveniencia o a las preferencias personales. Y, lo hagamos como lo hagamos, sin duda sur-

girán problemas de vez en cuando; algunos libros podrían colocarse con la misma propiedad en cualquiera de dos estantes —quizá en más de dos—, o bien podrían guardarse en diferentes salas.



Un sencillo diagrama que ilustra la diferencia entre las clasificaciones «horizontal» y «vertical

De modo similar, existen innumerables maneras distintas de clasificar a las especies animales según los caracteres compartidos. Sin embargo, la manera más útil es clasificar a la especie según sus relaciones evolutivas, es decir, según el «árbol genealógico» en el que pueden situarse todas las especies vivientes y extintas. Por desgracia, la mayor parte de este árbol nos es totalmente desconocida. Por otro lado, los zoólogos han de enfrentarse con el problema de tomar un árbol tridimensional, con una disposición de las ramas irregular, y representarlo mediante una clasificación *jerárquica.* (Una clasificación jerárquica es aquélla en la que los objetos implicados —en este caso especies— están dispuestos en categorías graduadas de tamaño e importancia crecientes y que se asemejan a la organización de soldados en secciones, pelotones, compañías, batallones, regimientos, brigadas, divisiones, etcétera.)

Una clasificación jerárquica de un grupo no sólo expresa las relaciones evolutivas del mismo, sino que también nos ayuda a *recordar* ese grupo (o cualquier parte de éste en la que tengamos un interés particular) y efectuar predicciones acerca de las especies que contiene.

Existen diversas maneras de representar el árbol evolutivo como una clasificación jerárquica, y ello ha provocado a menudo acaloradas controversias acerca de la mejor manera de hacerlo. Por ejemplo, cuando tenemos un nuevo grupo que se divide en varios grupos vástagos (B, C, D), podemos decidir la designación de un «grupo tronco» (A) que incorpore todas las especies descendientes (todas ellas están íntimamente relacionadas entre sí, por una especie de relación de «primos hermanos» o de antepasados directos); o bien podemos tratar de prescindir de un grupo tronco y asignar cada una de las especies a los diversos grupos vástagos. El primer tipo de clasificación se conoce como «horizontal», y el último como «vertical», y los sistematizadores nunca dejarán de discutir sobre sus respectivas ventajas y desventajas. Es una pena que, por limitaciones de espacio, no podamos comentar aquí este fascinante tema.

Las diferentes categorías que utilizamos en nuestra clasificación, las categorías taxonómicas, se clasifican en grados.

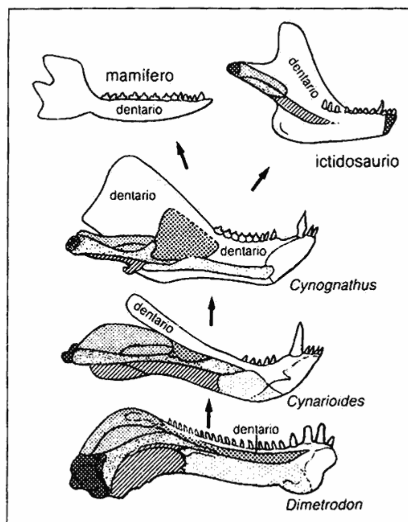
Es evidente que sería prolijo y poco práctico jugar con excesivos grados, y en general se ha convenido en establecer cuatro grados obligatorios entre las *especies* en el extremo inferior de la escala y el *fílum,* una de las principales divisiones del Reino Animal (como los moluscos, artrópodos y cordados), en el superior. Estos grados obligatorios, en orden de tamaño creciente, son *género, familia, orden* y *clase.* Así, los reptiles constituyen la clase de ese nombre, dentro de la que existen dieciséis órdenes. Dos de éstos, los saurisquios y los ornitisquios (a los que nos referimos colectivamente como dinosaurios) incluyen cada uno de ellos varias familias, docenas de géneros y centenares de especies. Sin embargo, a veces es necesario insertar grados adicionales entre los grados obligatorios, designándolos con nombres tales como subgénero, subfamilia, superfamilia, infraorden, superclase y así sucesivamente. Términos como «tribu» pueden también emplearse para este fin.

El siguiente agrupamiento mayor por encima de la especie es el género. Las especies se agrupan en géneros, pero de nuevo los límites del género (especialmente en Paleontología) suscitan opiniones diversas. Cuando nombramos especies utilizamos el sistema de *nomenclatura binómica* introducido por Linneo en 1753. El nombre debe consistir en dos palabras, latinizadas, la primera el nombre del género al que se asigna la especie (como *Diplodocus) y* la segunda el nombre particular de la misma especie (como *longus* o *carnegii*). La nomenclatura zoológica no es tarea sencilla, pues está sujeta a un código internacional de reglamentaciones casi legales, complicado pero perfectamente lógico, y está sometida también a la jurisdicción de una comisión internacional de expertos. Una vez más queda fuera del alcance de este libro profundizar más en este tema, por interesante que pueda ser.

La clasificación de los vertebrados —animales con columna vertebral— se realizó, en principio, sobre formas vivientes. Sólo más tarde se pensó en aplicarla a los fósiles. (Recuérdese que esto sucedió en la época en que la evolución ni siquiera era una teoría respetable, y no digamos un hecho aceptado.) Esto mismo se aplica a otros grandes grupos animales. En efecto, es mucho más fácil clasificar los animales de hoy si

se ignoran los fósiles, los cuales sólo más tarde se introducen en la clasificación. Los problemas que resuelven son siempre rebasados por los nuevos que crean.

Sea como fuere, los vertebrados se dividen en clases. Los vertebrados inferiores, los peces, se colocan en clases propias y no nos interesan aquí. Los vertebrados superiores, que comprenden los animales de cuatro patas y con pulmones para respirar aire, pueden dividirse claramente en cuatro clases: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. (Es cierto que las aves y el hombre tienen sólo dos extremidades inferiores y las serpientes ninguna; pero las aves han modificado sus patas delanteras en alas, el hombre utiliza los brazos y las serpientes —cuyos antepasados sí que poseían patas— las han perdido por completo.) Cada clase tiene una serie completa de características por las que puede reconocerse. Así, un moderno mamífero, por ejemplo, no pone huevos sino que pare vivos a sus hijos, como adultos en miniatura, a los cuales la madre alimenta con su leche y a los que luego uno o ambos padres cuidan durante cierto tiempo. Los mamíferos son animales de «sangre caliente» (es decir, que la temperatura de los mamíferos más avanzados es siempre la misma, alrededor de 37°C, al margen de cuál sea la temperatura exterior) mientras que los reptiles son de «sangre fría» (es decir, que la temperatura de su cuerpo sube o baja según la temperatura exterior). Un mamífero no cede mucho calor al aire circundante en tiempo frío porque su cuerpo tiene una cobertura de pelos (el pelaje); sin embargo, un reptil carece por entero de pelos. El corazón del mamífero tiene cuatro compartimientos, el animal respira por medio de costillas y un diafragma muscular, el cerebro es grande, la mandíbula inferior se compone sólo de un hueso a cada lado (el dentario), algunos de los otros huesos de la mandíbula se han incorporado al mecanismo conductor del sonido del oído medio, partes diferentes de la boca tienen distintas clases de dientes, los dientes son sustituidos por otros una vez o ninguna, sólo hay costillas en la parte delantera del cuerpo, la cola suele ser muy pequeña y así sucesivamente. En la mayor parte de estos rasgos el mamífero difiere de casi todos los reptiles.



Lados internos de las mandíbulas inferiores de varios reptiles de tipo mamífero (pelicosaurio, gorgonopio, cinodonto, ictidosaurio); se observa el aumento gradual de tamaño del dentario a expensas de los otros huesos. La serie termina con la mandíbula inferior de un mamífero verdadero, formada sólo por el dentario.

En consecuencia nos resulta muy fácil saber si cualquier animal de cuatro patas y con columna vertebral es un anfibio, un reptil, un ave o un mamífero. Esta feliz situación se debe a que las ramas principales del árbol evolutivo se separaron entre sí hace mucho tiempo y ahora son por completo distintas; cada clase representa todas las ramitas adheridas a una rama principal de ese árbol. En efecto, son muy pocos los vertebrados vivientes que plantean algún problema. (Uno de tales animales problemáticos es el ornitorrinco con pico de pato, el cual, aunque es un verdadero mamífero —da de mamar a sus pequeños y tiene pelo— no pare sino que pone huevos como un reptil; para complicar aún más las cosas, tiene un pico sin dientes como el de un ave.)

Pero los vertebrados *fósiles* son algo muy diferente. Cuando aparecen en el árbol genealógico cerca del punto donde una rama se separa de otra, es probable que muestren una mezcla de características modernas de clase o de condición transicional. Así, por ejemplo, sabemos que hace unos 200 millones de años cierta línea de reptiles (los «reptiles de tipo ma-

mífero») evolucionaron convirtiéndose en mamíferos. No podríamos esperar que las docenas de características que difieren en los modernos reptiles y mamíferos hayan cambiado de la condición de reptil a la de mamífero precisamente al mismo tiempo; más bien debemos pensar que han cambiado en forma gradual durante un largo período, de modo que deberíamos encontrar animales fósiles con una mezcla de características de reptil y de mamífero. (De la misma manera el *Archaeopteryx*, que comentaremos en el capítulo XVII, muestra una mezcla de características de reptil y de ave.) Esto significa que, aplicadas a los animales fósiles, las clases no pueden ser tan distintas como parecen cuando estudiamos sólo las formas vivientes. Aunque supiéramos mucho más de lo que sabemos acerca de la vida remota en la tierra, aunque conociéramos todos los detalles del árbol evolutivo, seguiría siendo difícil decidir dónde debería empezar cada rama principal y, en consecuencia, a qué clase deberían de pertenecer los miembros anteriores. El mismo hecho de que no sepamos mucho, a veces nos deja con lagunas en el historial de los fósiles y nos facilita elegir una posición para el límite entre sucesivas entidades taxonómicas; lo contrario ocurriría si el historial presentara una continuidad absoluta.

Por su misma naturaleza los vertebrados fósiles suelen escasear, por lo que en muchos casos tenemos un solo espécimen y con mucha frecuencia el único o los pocos especímenes de que disponemos están incompletos... quizá tenemos un hueso, a su vez incompleto, de todo un esqueleto. Por ello, desde el punto de vista del paleontólogo, las mejores características de clase son las óseas, las de esas partes del esqueleto que se preservan con más frecuencia (como sucede con las mandíbulas y los dientes excepcionalmente duros de los mamíferos). También es deseable que una característica de clase sea una característica de «todo o nada», algo que está presente o ausente, y no un carácter como la «sangre caliente», que puede darse en una condición intermedia. Así, cuando consideran las formas intermedias entre reptiles y mamíferos, la mayoría de los paleontólogos convienen en que deberían llamarse reptiles si la

mandíbula inferior tiene más de un hueso a cada lado y mamíferos si la mandíbula inferior tiene sólo el hueso dentario; esta característica cumple con todos los requisitos antes mencionados.

El hecho de que los miembros vivientes de cada clase posean una serie bien definida de características de clase tiene una consecuencia desafortunada. Tendemos a olvidar que, cuando descendemos en el árbol familiar, se produce una «difuminación» de las clases. Así, cuando decidimos (de un modo totalmente arbitrario) que un cierto fósil intermedio debería ser clasificado, digamos, como un reptil, tendemos a suponer sin pensar con detenimiento que, cuando estaba vivo, poseía todas las características de un reptil moderno, incluidos los caracteres «blandos», de los que no tenemos pruebas directas. Pero tal suposición es del todo injustificada y con frecuencia errónea. Por ello hemos de precavemos de este enfoque ilógico y poco científico de los fósiles. Veremos un buen ejemplo en el capítulo XVI.

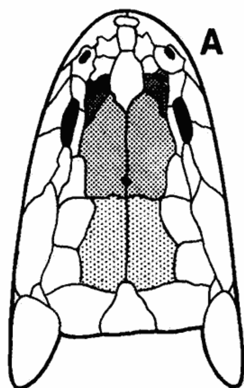
Entretanto, en el siguiente capítulo nos ocuparemos brevemente de la clasificación general de los vertebrados terrestres, en particular de los reptiles; veremos cómo los dinosaurios encajan en la clasificación de los reptiles y cómo están clasificados ellos mismos. La clasificación utilizada es bastante convencional, pero consideramos que es la mejor de las que se dispone actualmente. El capítulo XVII también se ocupa de una reciente proposición según la cual debería haber cambios importantes en la disposición de los vertebrados en clases, y se sugiere que los dinosaurios deberían ser considerados no como reptiles, sino como una clase propia.

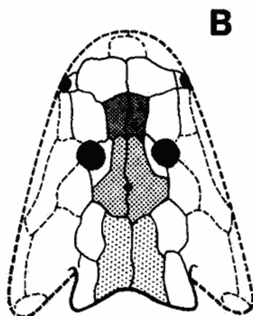
X. CLASIFICACIÓN DE LOS DINOSAURIOS

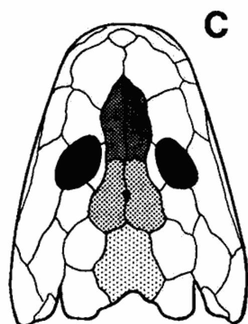
Como hemos señalado antes, en general reconocemos cuatro clases de tetrápodos (vertebrados de cuatro extremidades): anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Las relaciones entre estas clases son muy simples: los anfibios evolucionaron de los peces y fueron antepasados de los reptiles, que a su vez dieron origen en una dirección a las aves y en otra a los mamíferos. En consecuencia, los reptiles ocupan una posición central en el árbol genealógico y son de gran importancia para el estudio evolutivo de los vertebrados.

En el cuadro superior de la página 95 vemos un «árbol genealógico» muy simple de las clases de tetrápodos y de los peces óseos de los que evolucionaron, mostrando sus interrelaciones. A fin de hacer esas relaciones un poco más explícitas, se han subdividido en grupos tanto los «peces de aletas carnosas» (sarcopterigios) como los anfibios y los reptiles.

También hemos mencionado en el capítulo anterior que, si bien los límites entre las diversas clases son muy claros cuando sólo se considera a sus miembros vivos, dichas clases tienden a convertirse gradualmente en otras a través de formas fósiles de naturaleza intermedia. Así, por ejemplo, la distinción entre peces y anfibios modernos se basa —entre otras cosas— en que los anfibios poseen extremidades (con cuatro o cinco dedos); y esta misma distinción se realiza entre los antiguos peces ripidistios y los primitivos anfibios que evolucionaron de ellos —a causa de la falta de «partes blandas», esta característica tiene todavía mayor importancia para distinguir entre sí a los dos grupos—. Pero se conoce una bóveda craneana fósil, de proporciones intermedias entre pez y anfibio, que no puede clasificarse como uno u otro porque desconocemos si el animal que la poseía estaba equipado con aletas o con extremidades.





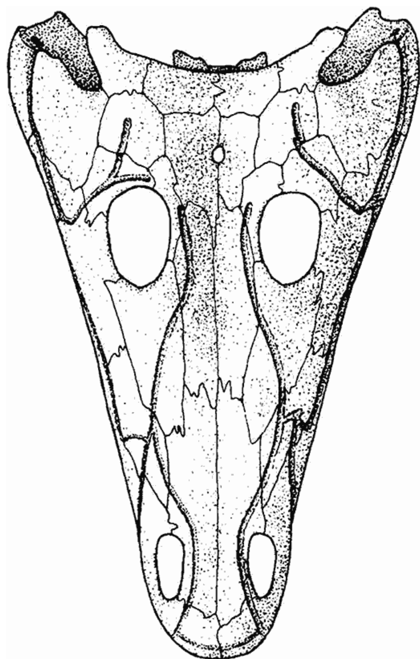


Bóvedas craneanas de:

A. *Eusthenopteron,* un pez ripidistio.

B. *Elpistostege,* una forma poco conocida, aparentemente intermedia en sus proporciones entre A y C.

C. *Ichthyostega,* un anfibio laberintodonto muy primitivo. Los huesos correspondientes presentan la misma trama de puntos.



Cráneo de un laberintodonto del Triásico Inferior, *Benthosuchus*, mostrando las estrías correspondientes al sistema de líneas laterales. Longitud del cráneo: 17 cm.

La distinción entre anfibios y reptiles se basa en su método de reproducción, que se supone es el mismo en los miembros fósiles de esas clases que en los correspondientes representantes modernos. En general, los anfibios depositan sus huevos en el agua; de los huevos salen larvas («renacuajos») que respiran por medio de branquias y finalmente las larvas se metamorfosean en adultos terrestres que respiran principalmente por medio de pulmones. En cambio, los reptiles —excepto cuando son vivíparos— ponen unos huevos con cáscara que necesitan aire, por lo que deben depositarlos en tierra. Los nuevos seres que emergen de ellos son en esencia réplicas en miniatura de sus padres.

Pero cuando estudiamos a los anfibios avanzados y sus primeros descendientes reptilianos, la mayor parte de las veces no tenemos una información directa de cómo se reproducían. En algunos casos, existen larvas fósiles provistas de branquias, y

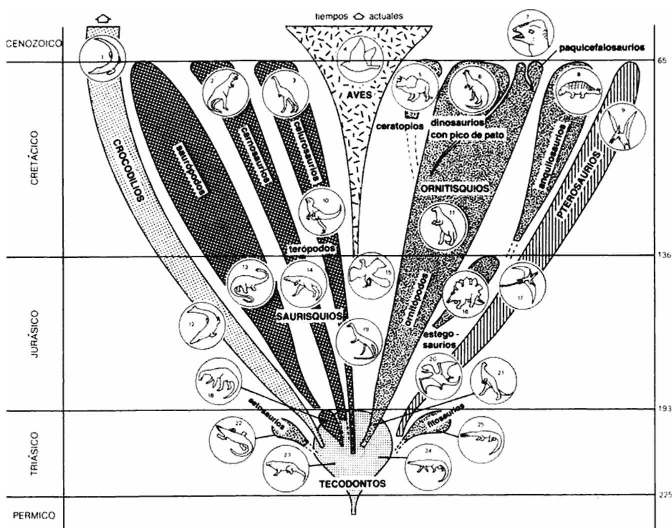
en otros la forma de la pelvis puede dar alguna indicación del tamaño que tenían los huevos. Una prueba menos directa es la presencia de estrías en el cráneo juvenil, que sugiere la existencia en el animal de un sistema de líneas laterales utilizado para percibir cambios de presión en el agua. Aunque, por lo general, hay que fijarse en otros rasgos del esqueleto que se suponen característicos ya sea de los anfibios o de los reptiles.

Cuando llegamos a la transición de reptil a ave consideramos la presencia de plumas como el único rasgo realmente importante para diagnosticar si el animal es un «amigo emplumado», es decir, un ave. Por suerte para el sistematizador, el único intermedio, el clásico *Archaeopteryx* (comentado con detalle en el capítulo XVII) está rodeado por inequívocas impresiones de plumas y, en consecuencia, se clasifica sin ningún problema como un ave. En cuanto a la transición de reptil a mamífero, ya la hemos expuesto en el capítulo IX.

Hasta aquí lo que a tetrápodos concierne. Dentro ya de la clase reptiles hay una serie de órdenes (algo variables, según la autoridad particular a la que se siga, pero en general unos dieciséis), los cuales se agrupan en cuatro subclases según la disposición de las aberturas temporales a ambos lados del cráneo, detrás del ojo. Como hemos indicado en el capítulo I, estas aberturas aligeran el cráneo sin debilitarlo y, además, ofrecen espacio para el abultamiento de los músculos de la mandíbula al contraerse. Los *anápsidos* no poseen ninguna abertura. Los *diápsidos* tienen dos, una superior y otra inferior, separadas por una barra formada por una prolongación hacia atrás del hueso postorbital y una prolongación hacia adelante del escamoso. Los *sinápsidos* (todos extintos) tenían sólo una abertura, que debe de haber sido la inferior, porque los dos huesos mencionados se encontraban por encima de ella. Los *euriápsidos* también poseían una sola, pero tenía que ser la superior porque ese mismo par de huesos se encontraban por debajo de ella. (La pauta básica característica de cada subclase estaba a menudo algo modificada en sus miembros más evolucionados.) El árbol genealógico de los diversos grupos de reptiles y de las aves y mamíferos que descendieron de ellos puede mostrarse mejor mediante un gráfico que describiéndolo con palabras.

Un «árbol genealógico» muy simplificado de los vertebrados terrestres (tetrápodos) y los peces óseos de los que evolucionaron. Los anfibios y los peces con aletas carnosas aparecen algo más detallados.

Árbol genealógico de los reptiles.

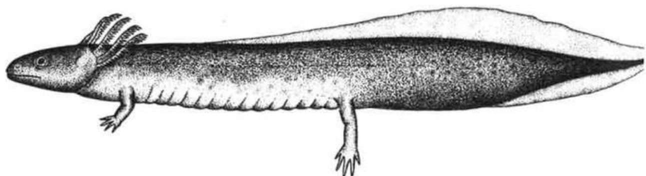


Árbol genealógico de los arcosaurios. Este diagrama es bastante más conservador que el texto, puesto que los dromeosauridos (como el *Deinonychus)* se incluyen entre los celurosaurios en lugar de considerarlos como parte de un grupo separado, los deinonicosaurios.

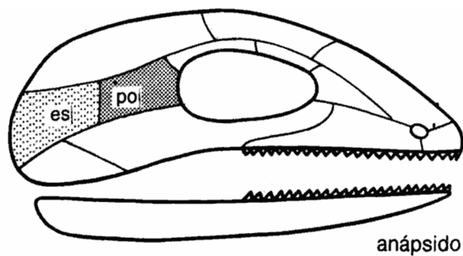
1. Cocodrilo moderno
2. *Tyrannosaurus*
3. *Omithomimus*
4. Ave moderna
5. *Tríceratops*
6. *Corythosaurus*
7. *Pachycephalosaurus*
8. *Euoplocephalus*
9. *Pteranodon*
10. *Deinonychus*
11. *Iguanodon*
12. *Metriorhynchus*
13. *Diplodocus*
14. *Megalosaurus*
15. *Archaeopteryx*
16. *Stegosaurus*
17. *Rhamphorhynchus*
18. *Plateosaurus*
19. *Coelophysis*
20. *Dimorphodon*
21. *Lesothosaurus*
22. *Desmatosuchus*
23. *Erythrosuchus*
24. *Mandasuchus*
25. *Rutiodon*

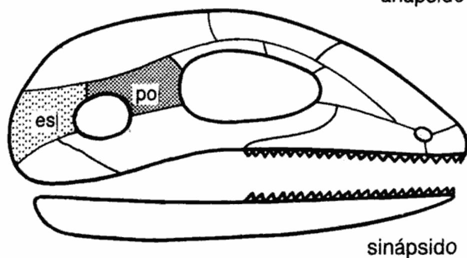
En este gráfico se muestra una gran división de los diápsidos, los *arcosaurios* («reptiles predominantes») que, de hecho, constituye un superorden que abarca cinco órdenes separados e incluye a todos los dinosaurios. El árbol genealógico de este grupo se ilustra con mucho más detalle en el cuadro de la p. 96.

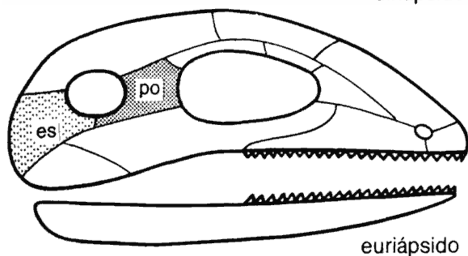
En él se observa con claridad que los arcosaurios más primitivos están considerados como un «orden-tronco», los tecodontos, del que evolucionaron cuatro «órdenes vástagos»: los crocodilios (incluidos los cocodrilos modernos), los pterosaurios (o reptiles alados, incluidos los pterodáctilos), los saurisquios y los ornitisquios. En este punto debemos recordar la definición de dinosaurio que dimos en el capítulo I y, aunque tendemos a pensar en los saurisquios y los omitisquios como constituyentes de un solo grupo de animales, los paleontólogos los consideran normalmente como dos órdenes separados que difieren entre sí en varios aspectos. Todos los dinosaurios conocidos pueden incluirse con precisión en un orden u otro. (En aparente contradicción con esto, en fecha bastante reciente —1974— se ha afirmado que los saurisquios y los ornitisquios compartieron un antepasado común que no lo fue de ningún otro grupo, y que esos dos órdenes separados deberían, pues, reunirse en el grupo de dinosaurios. Esto podría ser cierto, desde luego, pero repetimos que todavía ningún paleontólogo ha dado una prueba convincente en el sentido de que los saurisquios y los omitisquios se relacionaran más estrechamente entre sí de lo que lo están con cualquiera de los otros grupos vástagos de los arcosaurios, como los crocodilios o los pterosaurios. Incluso es posible que los mismos saurisquios se originasen en los tecodontos como dos o más grupos separados.) Esta breve explicación, junto con los dos árboles genealógicos, podría mostrar con suficiente claridad cómo encajan los dinosaurios en la estructura general de la clasificación reptiliana.

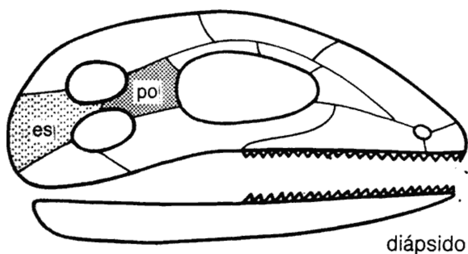


Larva de laberintodonto con branquias externas, «*Brachiosaurus*», del Pérmico inferior de Alemania occidental. Longitud característica: 10 cm.



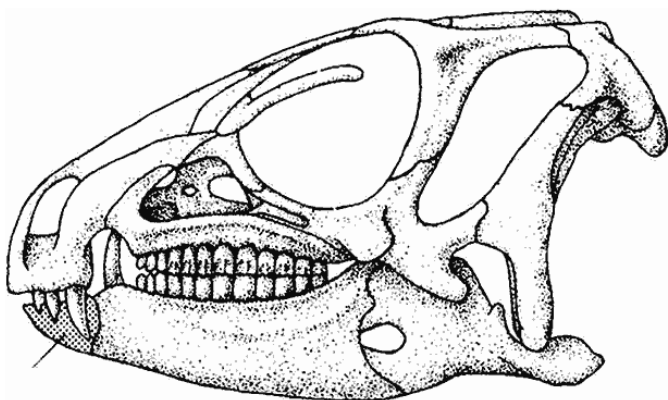






Los cuatro tipos básicos de cráneos de los reptiles.
po: postorbital,
es: escamoso.

¿Cuál es la diferencia básica entre los dos órdenes de dinosaurios? En los saurisquios —los dinosaurios con «cadera de lagarto»—, los huesos de la región de la cadera no son muy distintos de los de muchos otros reptiles: uno de los dos huesos que forman la región inferior de la cadera, el pubis, apunta hacia abajo y adelante, mientras que el otro, el isquion, se prolonga hacia abajo y hacia atrás. Sin embargo, en los ornitisquios —los dinosaurios con «cadera de ave»—, los huesos de la cadera son muy distintos de los de los otros reptiles y, a primera vista, son más parecidos a los de las aves. El pubis ya no señala hacia abajo y adelante, sino que ha girado hacia atrás, en una posición por debajo del isquion, y este último hueso se dirige hacia abajo y hacia atrás. (En la mayor parte de los ornitisquios el pubis también ha desarrollado una nueva rama que apunta hacia adelante.) Quien visite la galería de dinosaurios en un gran museo, no tendrá dificultad para decidir qué dinosaurios pertenecen a los saurisquios y cuáles a los ornitisquios; basta con fijarse en los huesos de sus caderas (véase figura p. 100).



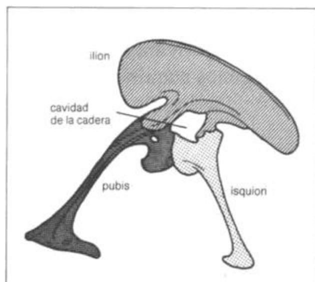
Cráneo de *Heterodontosaurus*, ornitópodo del Triásico superior de África meridional, que muestra el característico hueso predentario. Longitud del cráneo: 9 cm.

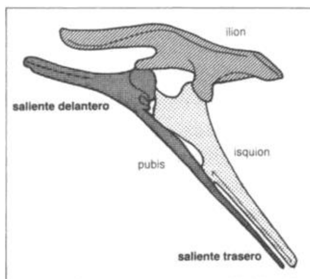
En cuanto a las otras muchas diferencias entre los dos órdenes, en casi todos los casos el de los ornitisquios es el que ha desarrollado características más singulares. Por ejemplo, en todos los vertebrados —excepto los ornitisquios— el hueso principal de cada lado de la mandíbula inferior, el dentario, se une por delante con el otro dentario para formar el mentón. En los omitisquios, en cambio, el mentón está formado por un solo hueso medio, llamado predentario, situado delante de los dos dentarios. *Todos* los omitisquios tienen un predentario, pero ningún otro reptil lo posee. Por otro lado, en los omitisquios las apófisis espinosas de las vértebras (que forman la hilera de protuberancias de la columna vertebral que recorre la espalda) están conectadas entre sí por un entramado óseo. Dicho entramado no se encuentra en los saurisquios. Un último punto, ya mencionado, es que los omitisquios fueron todos vegetarianos, mientras que muchos de los saurisquios comían carne, como sus antepasados tecodontos.

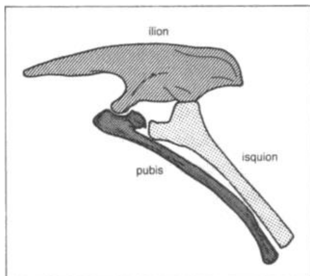
La clasificación de los dinosaurios no se limita a una simple división en saurisquios y omitisquios (véase cuadro de la p. 95). Los saurisquios se dividen a su vez en terópodos y sauropodomorfos. Los terópodos, claramente dinosaurios, caminaban sólo sobre las patas traseras, y por lo general comían carne. (En cambio, casi todos los demás dinosaurios comían sólo vegetales.) Los sauropodomorfos incluyen a los familiares *Brontosaurus, Diplodocus* y todos sus parientes.

Los terópodos pueden dividirse todavía más. Los celurosaurios eran terópodos de complexión ligera, con la cabeza pequeña, el cuello largo y las extremidades delanteras bastante bien desarrolladas; en general eran pequeños, pero algunos adquirieron dimensiones impresionantes en el período Cretácico. En cambio, los carnosaurios eran mucho mayores y de complexión más pesada, con la cabeza relativamente grande, el cuello corto y las patas delanteras muy reducidas. Pero no todo el mundo está convencido de que sea correcto efectuar esta sencilla división, pues algunos de los terópodos de tamaño medio parecen mostrar una mezcla de características de los celurosaurios y carnosaurios con otras muy distintas de ambos. De hecho, hay una nueva corriente que favorece el reconocimiento

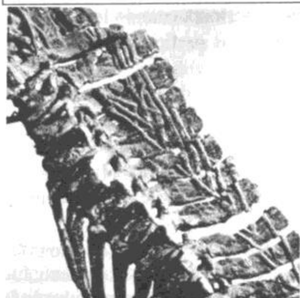
de un tercer grupo de terópodos, los deinonicosaurios, en los que el cráneo y las extremidades estaban adaptadas para el movimiento rápido y el ataque violento.







Huesos de la cadera de un dinosaurio saurisquio (*Ceratosaurus*, arriba a la izquierda), de un ornitisquio primitivo (*Scelidosaurus*, arriba) y de un ornitisquio «típico» evolucionado (*Thescelosaurus*, a la izquierda). En todos los diagramas los huesos se muestran desde el lado exterior.



Parte de la columna vertebral de un *Iguanodon*, mostrando el enrejado óseo (tendones osificados) que conecta las apófisis espinosas de las vértebras.

Los sauropodomorfos, por su parte, pueden dividirse también en dos: los saurópodos y los prosaurópodos. Los primeros eran gigantescos cuadrúpedos vegetarianos, como el *Diplodocus*. Tenían la cabeza pequeña, el cuello largo, la cola muy larga y las patas elefantinas, e incluyen a los animales de mayor

tamaño que jamás han vivido sobre la tierra firme. Menos importantes son los prosaurópodos, anteriores a los saurópodos y que en otro tiempo se consideraron como sus antepasados pero que ahora se consideran como un vástago paralelo y de vida más corta de un tronco común. Eran más pequeños que los saurópodos, algo similares en su forma general pero no tan singulares; probablemente, algunos de ellos podían levantarse sobre sus patas posteriores cuando les apetecía, y es posible que algunos de los primeros prefiriesen todavía una dieta carnívora a una vegetariana.

En cuanto a los dinosaurios del orden de los omitisquios, a pesar de su nombre y de la forma de los huesos de sus caderas no son parientes especialmente cercanos de las aves. De hecho, como veremos más adelante (capítulo XVII), la mayoría de los expertos creen ahora que las aves evolucionaron a partir de los dinosaurios saurisquios. Mientras los saurisquios se subdividen en dos grupos, los omitisquios suelen subdividirse en cuatro. El grupo más abundante fue el de los ornitópodos, los cuales mostraron una tendencia hacia la postura bípeda. Algunos de ellos quizás preferían caminar con más frecuencia sólo sobre dos patas, y otros utilizar las cuatro. En esto diferían de los terópodos, que *nunca* utilizaron las patas delanteras para caminar. Los ornitópodos también diferían de los terópodos carnívoros en que, como todos los ornitisquios, sólo comían plantas; la única excepción conocida es el *Troodon* (véase p. 16).

Una rama muy importante y especializada de los ornitópodos, importante debido a su gran abundancia, era la de los hadrosaurios o dinosaurios con pico de pato. Mucho menos frecuentes y, en consecuencia, de importancia mucho menor fueron los paquicefalosaurios o dinosaurios con cabeza en forma de cúpula.

Los otros tres grupos de dinosaurios ornitisquios —los ceratopios o dinosaurios cornudos, los estegosaurios o dinosaurios con placas y los anquilosaurios o dinosaurios con armadura— eran totalmente cuadrúpedos; al contrario que los ornitópodos, no podían permanecer en pie ni caminar sólo sobre sus patas traseras. Sin embargo, carecían por entero de relación

entre sí, con la excepción, claro está, de que todos eran dinosaurios con «cadera de ave» (y en consecuencia vegetarianos). De hecho, los ceratopios —a menudo llamados erróneamente ceratopsios— estaban casi con seguridad más relacionados con los ornitópodos parcialmente bípedos de lo que lo estaban con los dinosaurios con placas o con armadura. Incluso podrían haber descendido de los ornitópodos a través de alguna forma como los dinosaurios loro (véase cap. XIV), perdiendo su tendencia a la postura bípeda y regresando por completo a la cuadrúpeda.

Con nuestro resumen de clasificación hemos trazado en este capítulo un panorama general de los dinosaurios. En los capítulos que siguen procederemos a describir una selección representativa de estas notables criaturas.

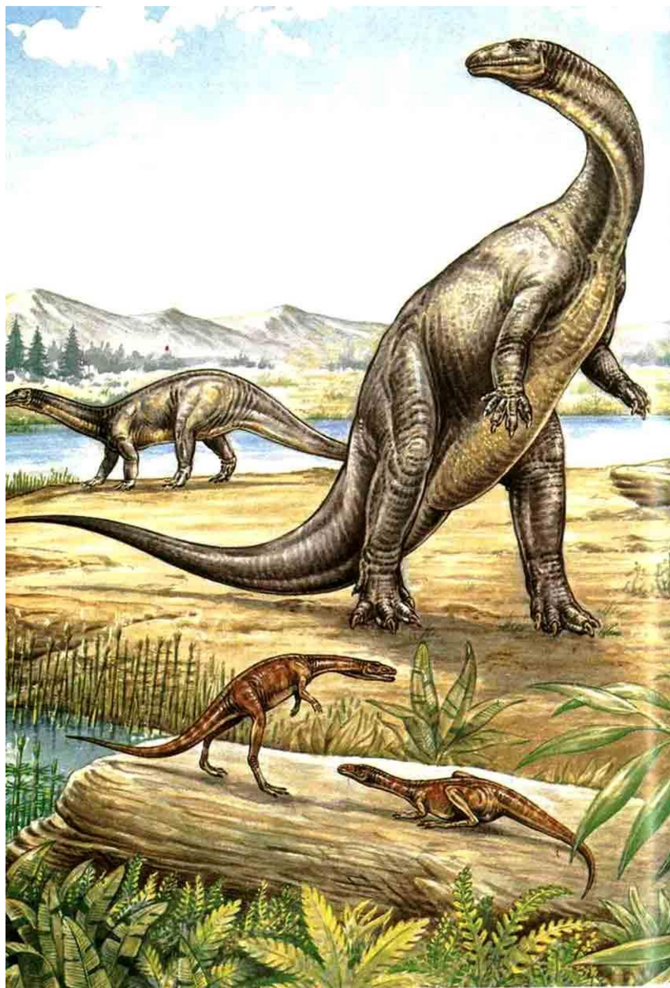


Lámina 1. Alemania meridional en el Triásico superior. En primer término, un par de pequeños celurosaurios *(Procompsognathus)* se amenazan mutuamente. Detrás de ellos se encuentran dos ejemplares del gran prosaurópodo *Plateosaurus*.

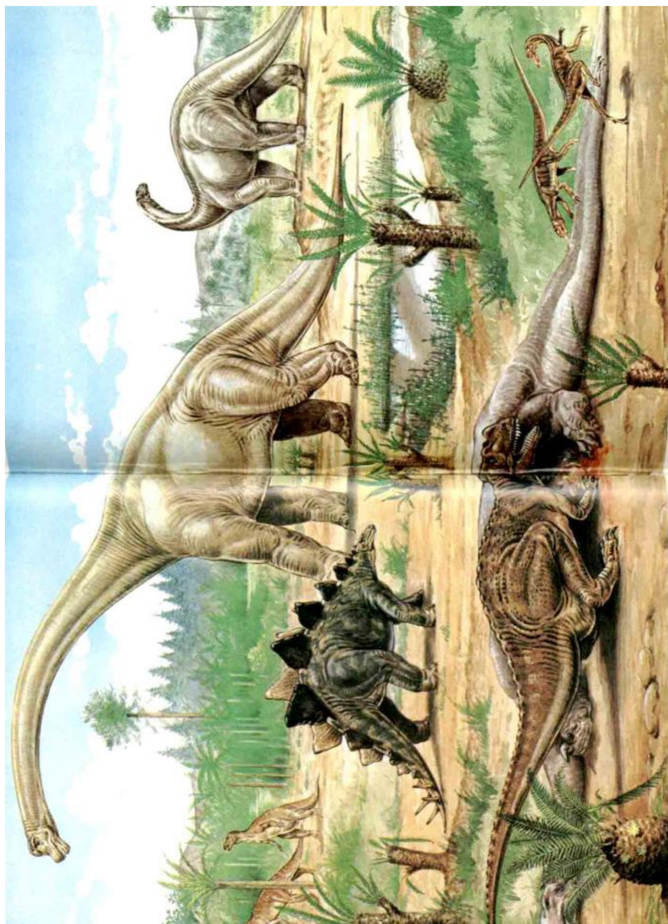


Lámina 2. El oeste de EE. UU, durante el Jurásico superior. En primer término, un carnosaurio *(Ceratosaurus)* se alimenta con el cadáver de un saurópodo *(Apatosaurus = Brontosaurus)*. Dos pequeños celurosaurios *(Coelurus)* participan en el festín. Más lejos, un saurópodo aún mayor, el gigantesco *Brachiosaurus*, avanza hacia la izquierda, mientras un *Stegosaurus* anda delante de él en dirección opuesta. Al fondo, a la izquierda, se encuentran dos ornitópodos *(Camptosaurus)* y, a la derecha, un *Apatosaurus* gira el cuello hacia atrás.

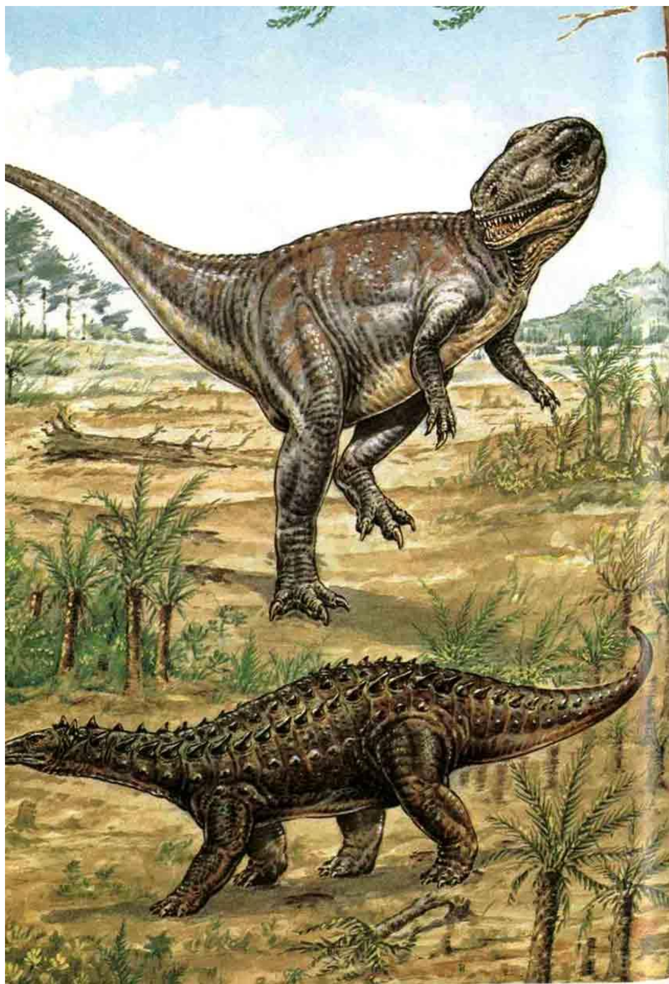


Lámina 3. Inglaterra meridional en el Jurásico inferior. El carnosaurio *Megalosaurusve* una posible víctima, el primitivo ornitisquio *Scelidosaurus*.



Lámina 4. Inglaterra oriental en el Cretácico inferior. Dos pequeños ornitópodos *(Hysilophodon)* pacen en primer término, a la derecha; detrás de ellos camina el anquilosaurio *Polacanthus.* A la izquierda se encuentran dos grandes ornitópodos del género *Iguanodon.* Al fondo puede observarse el carnosaurio *Altispinax*, poco conocido.

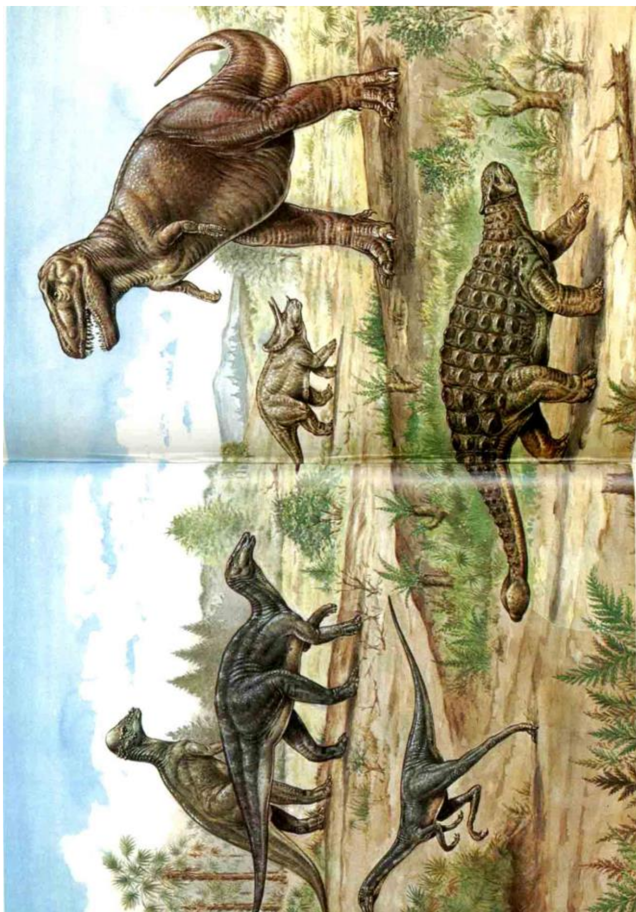


Lámina 5. Norteamérica occidental durante el Cretácico superior. (Los dinosaurios que aparecen aquí no vivieron exactamente en el mismo lugar y al mismo tiempo.) En primer término, un dinosaurio avestruz *(Ornithomimus)* corre hacia la izquierda, mientras que el anquilosaurio *Evoplocephalus* se mueve en la dirección opuesta. Detrás, el gran carnosaurio *Tyrannosaurus* adopta una postura amenazante y se dispone a atacar a uno de los dos grandes dinosaurios herbívoros de la izquierda, ya sea el *Anatosaurus* (delante), ya el *Pachycephalosaurus* (detrás). Al fondo, un *Triceratops* trota despreocupadamente.

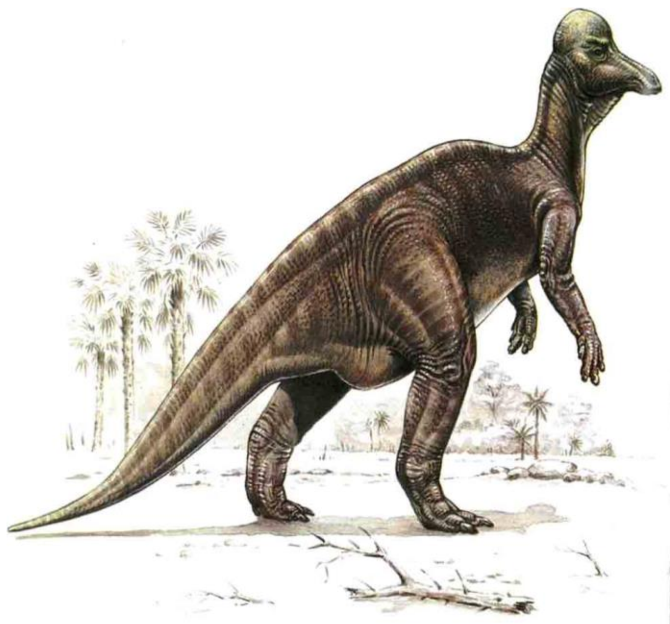


Lámina 6. El hadrosaurio *Corythosaurus* (Cretácico superior de Norteamérica occidental).

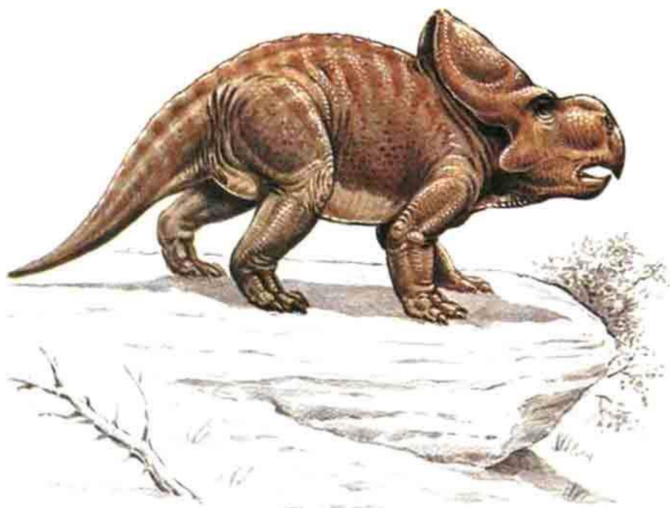


Lámina 7. El primitivo dinosaurio *Protocerstops* (Cretácico superior de Mongolia).

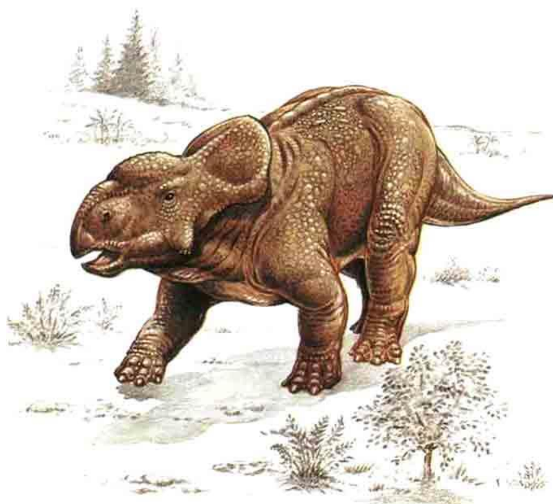


Lámina 8. *Pachyrhinosaurus*, un ceratopio sin cuernos (Cretásico superior de Alberta).

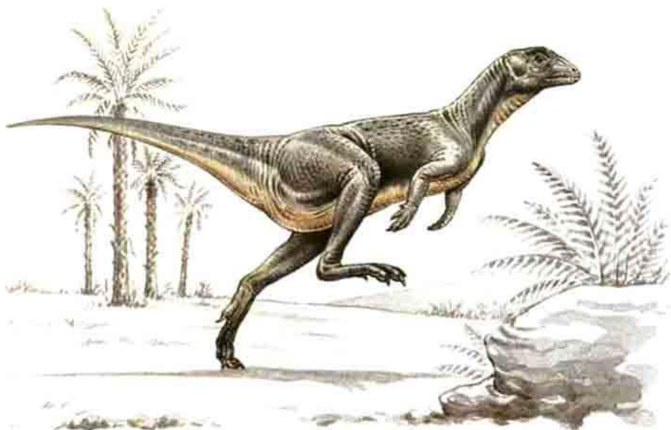


Lámina 9. El dinosaurio ornitópodo *Lesothosaurus* (Jurásico inferior de África meridional)

Lámina 10. El carnosaurio *Dilophosaurus* (Jurásico inferior de Arizona)

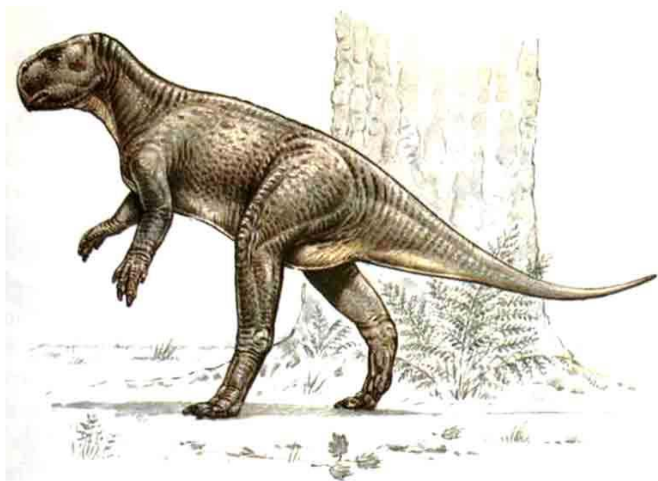


Lámina 11. El dinosaurio loro *Psittacosaurus* (Cretásico inferior de Mongolia).



Lamina 12. El dinosaurio ornitópodo *Heterodontosaurus* (Jurásico inferior de África meridional).



Lámina 13. El deinonicosaurio *Oeinonychus* (Cretácico inferior de Montana)

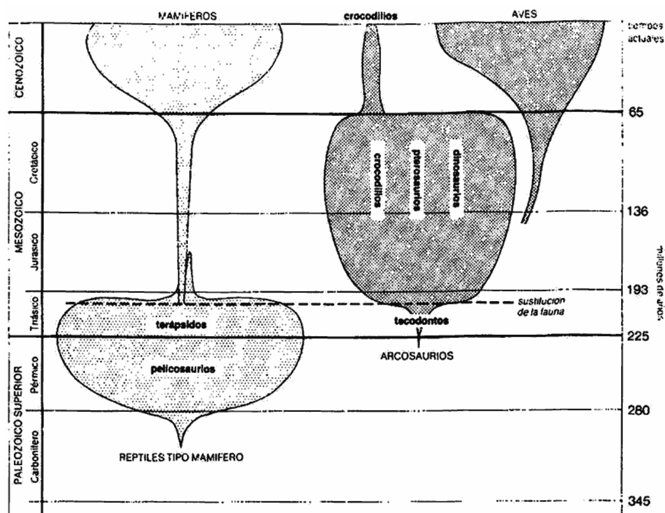
XI. ORIGEN DE LOS DINOSAURIOS

En el capítulo IV ya establecimos que los dinosaurios vivieron a finales del Triásico, en el Jurásico y en el Cretácico, y que los reptiles de tipo mamífero les precedieron como vertebrados dominantes en tierra firme. En el capítulo X hemos expuesto el esquema general de la clasificación reptiliana, cómo encajan en ella los arcosaurios y los dinosaurios, y de qué modo se dividen éstos en grupos más pequeños. Pero lo que no hemos

aclarado todavía es por qué los dinosaurios y otros arcosaurios superiores surgieron, cuándo lo hicieron y cómo se las arreglaron para suplantar a los reptiles de tipo mamífero como grupo más importante y con más éxito entre los grandes vertebrados habitantes de la tierra.

El cuadro siguiente muestra cómo la fortuna relativa de los dos grandes grupos que comentamos ha sufrido altibajos desde los tiempos del Carbonífero hasta la era actual. El diagrama está muy simplificado, desde luego; no se representa en él ninguno de los otros grandes grupos de vertebrados, como los anfibios o los lagartos, pero la importancia de tales grupos es relativamente escasa a este respecto. En dicho diagrama se muestra que los arcosaurios sustituyeron a los reptiles de tipo mamífero transcurridos unos dos tercios del período Triásico, que los mamíferos tuvieron poca importancia durante todo el Mesozoico y que sólo pasaron a un primer plano después de la extinción de los dinosaurios al final del Cretácico.

Intentemos trazar primero a grandes rasgos la historia de los tetrápodos (es decir, los vertebrados de cuatro extremidades: anfibios, reptiles, aves y mamíferos), centrando nuestra atención en el período Triásico. Esta historia nos ayudará a comprender la evolución de los diversos grupos de tetrápodos durante este importante lapso de tiempo geológico.

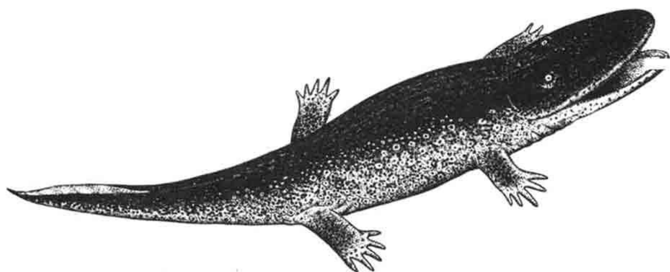


Abundancia relativa durante los diversos períodos geológicos de los reptiles de tipo mamífero y sus descendientes, por un lado, y de los arcosaurios y sus descendientes por otro.

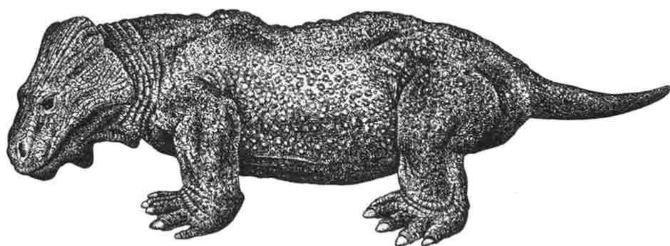
Empezaremos por observar el árbol genealógico de los tetrápodos. Examinaremos los tres árboles evolutivos en los cuadros de las páginas 94 y 95. El cuadro superior de la página 94 representa un árbol genealógico muy sencillo de *todos* los tetrápodos, el inferior muestra con mayor detalle el de los reptiles, y el cuadro de la página 96 representa la evolución del tronco de los arcosaurios en unidades subordinadas más pequeñas. De particular interés es para nosotros este último árbol, pues nos muestra el origen de los dinosaurios. En él se indica que el orden básico (el «tronco») de los arcosaurios fue el de los tecodontos, y que los dinosaurios surgieron de los tecodontos durante el período Triásico como dos órdenes vástagos distintos, los saurisquios y los omitisquios.

Al estudiar los cuadros de las páginas 94 y 95 observamos algo realmente notable: todos los grandes grupos de tetrápodos que vivieron en el Paleozoico —en el Carbonífero superior y el Pérmico—, prácticamente se extinguieron durante el Triá-

sico. Desaparecieron casi todos los órdenes de anfibios antiguos (incluidos los grandes laberintodontos, que vivieron en los bosques del período Carbonífero), una serie de importantes familias de reptiles primitivos (llamados colectivamente cotilosaurios), y en particular varios grupos de reptiles de tipo mamífero —sólo un par de grupos se mantuvieron en el Jurásico, aunque en número insignificante.



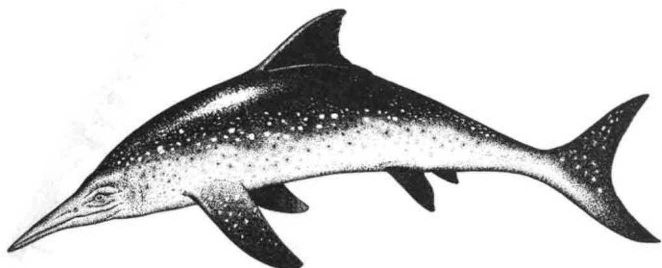
Paracyclotosaurus, uno de los últimos laberintodontos, del Triásico superior de Nueva Gales del Sur. Longitud aproximada: 2,25 m.



Bradysaurus, un cotilosaurio del Pérmico superior de Sudáfrica. Longitud característica: 2,2 m.

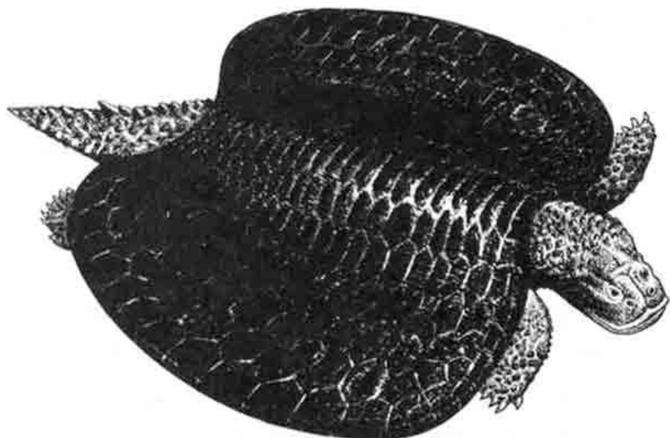
También está claro que todos los grupos de tetrápodos que dominaron los continentes durante el Mesozoico, todos los que regresaron a los mares mesozoicos y todos los que han sobrevivido hasta el presente, hicieron su primera aparición en el Triásico o en el Jurásico inferior. Los reptiles de tierra exclusivos del Mesozoico fueron los dinosaurios saurisquios, los ornitisquios y los pterosaurios; el registro fósil de todos ellos se inicia en la era recién mencionada. Los reptiles marinos más

abundantes del Mesozoico fueron los plesiosaurios y los ictiosaurios. Los grupos que aparecieron en el Mesozoico inferior y han sobrevivido hasta el presente son las ranas, las tortugas (terrestres y marítimas), los lagartos, los crocodilios —cocodrilos— y, naturalmente, los mamíferos. Sólo dos grupos modernos de vertebrados terrestres aparecieron más tarde: las aves durante el Jurásico, y las serpientes durante el Cretácico inferior (aunque estas últimas pueden considerarse en realidad lagartos altamente especializados). Así pues, y dejando aparte estas excepciones, desde el Jurásico inferior —hace casi 200 millones de años— no ha aparecido ningún nuevo grupo de vertebrados terrestres.



Temnodontosaurus, ictiosaurio del Jurásico inferior de Inglaterra. Longitud: hasta 9 m o incluso más.

Por lo tanto, los vertebrados terrestres del Paleozoico (a los que llamaremos «paleotetrápodos») fueron sustituidos casi enteramente durante el período Triásico por grupos del todo nuevos (a los que llamaremos en conjunto «neotetrápodos»). Esta sustitución, que fue más evidente entre los animales de mayor tamaño, se produjo de manera gradual pero con un ritmo creciente, que culminó en una fase final de cambio muy rápido a fines del Triásico medio y principios del Triásico superior. Los paleotetrápodos más abundantes fueron los reptiles de tipo mamífero; los neotetrápodos dominantes durante el resto de la era Mesozoica fueron, como bien indica su nombre, los arcosaurios o «reptiles predominantes», sobre todo los dinosaurios; y después del Mesozoico, los neotetrápodos más importantes fueron los mamíferos y las aves.



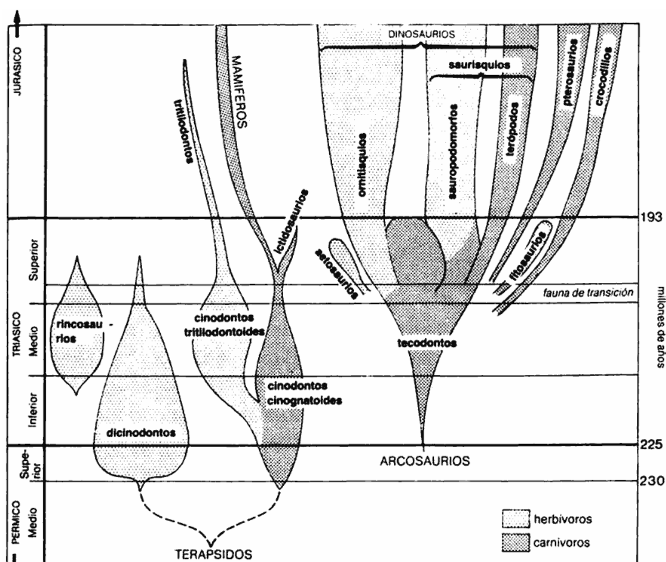
Henodus, un placodonto del Triásico superior de Alemania. Longitud característica: algo más de 1 m.

Naturalmente podríamos esperar que los neotetrápodos progresaran más por la ruta evolutiva que los paleotetrápodos, que fueron superiores a éstos en su anatomía y fisiología. Esta expectativa no sólo se ha cumplido, sino que se ha superado ampliamente, pues los neotetrápodos no sólo estaban más avanzados que los paleotetrápodos, sino que, por usar una analogía futbolística, pertenecían a una división superior de la liga. Los paleotetrápodos, aun cuando dominaron la tierra sin competencia durante unos 120 millones de años y vivieron compitiendo con los neotetrápodos durante otros 30 millones, y aun cuando comprendían un número enorme de especies muy diferentes, fueron en esencia de estructura y hábitos arcaicos y muy conservadores. Casi todos habitaban en tierra firme y eran cuadrúpedos en «posición extendida». Las únicas modificaciones realmente importantes desarrolladas por los reptiles en todo aquel tiempo fueron las relacionadas con su condición de herbívoros; las modificaciones de las mandíbulas y los dientes (y presumiblemente también del aparato digestivo) que les permitían comer vastas cantidades de vegetación, abundante, sin duda, durante el Paleozoico superior. Así, aunque es cierto que

algunos de los últimos y más avanzados reptiles de tipo mamífero habían empezado a mejorar la postura de sus extremidades, parece que ninguno de los paleotetrápodos era buen corredor, y lo cierto es que ninguno llegó a adoptar la posición bípeda; no mostraron adaptaciones para trepar, ni tampoco los reptiles tempranos perdieron sus extremidades para amadrigarse. Los paleotetrápodos nunca fueron muy grandes, no mucho más que una vaca. Ninguno (suponemos) fue de sangre caliente, y sólo los provistos de aletas dorsales como el *Dimetrodon* parecen haber estado equipados con alguna clase de dispositivo para mantener el cuerpo a una temperatura diferente de la del aire circundante. Ninguno de ellos poseyó más armas ofensivas o defensivas que los dientes; ninguno tuvo una cubierta protectora o una armadura de placas, aunque algunos paleotetrápodos desarrollaron cierta cantidad de placas óseas en la piel. Ningún paleotetrápodo por encima del grado anfibio regresó jamás a una vida totalmente acuática en agua dulce (uno o dos fueron semiacuáticos) y, con excepción de una familia de anfibios del Triásico inferior, ningún paleotetrápodo de clase alguna optó jamás por la vida en el mar. Tampoco ninguno emprendió el vuelo, con excepción quizá de algunas pequeñas formas del Pérmico, que extendían las costillas a modo de alas, desplegándolas gracias a unas membranas deslizantes.

En cambio, todas las diversas tendencias progresivas en la evolución que los paleotetrápodos no pudieron iniciar fueron efectuadas por algunos de los recién evolucionados neotetrápodos, durante los tiempos del Triásico. Los neotetrápodos mejoraron su postura y andadura, colocando sus miembros en una posición más vertical bajo el cuerpo para convertirse primero en «semierectos» (por ejemplo, los tecodontos, crocodilios y mamíferos primitivos) y luego en «totalmente erectos» (como los dinosaurios, las aves y, más tarde, los mamíferos más avanzados); las formas «totalmente erectas» eran casi sin variación digitígradas y caminaban siempre sobre las puntas de los dedos. Tales animales eran capaces de correr bien y a menudo evolucionaban más para convertirse en verdaderos bípedos (por ejemplo, muchos dinosaurios, aves). La postura mejorada

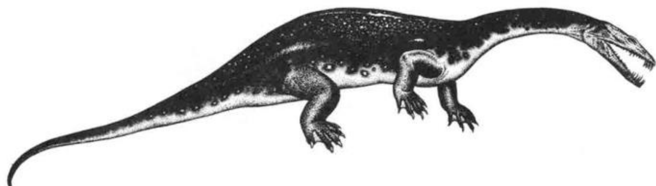
de las extremidades también permitía a los animales (así, a algunos dinosaurios) adquirir dimensiones gigantescas que, de una manera mecánica y dinámica, habría sido imposible para los animales terrestres en «posición extendida». Algunos neotetrápodos se hicieron saltadores (el tecodonto *Scleromochlus),* deslizadores (algunos lagartos, pterosaurios) y voladores activos (aves; murciélagos más recientes; quizá también pterosaurios).



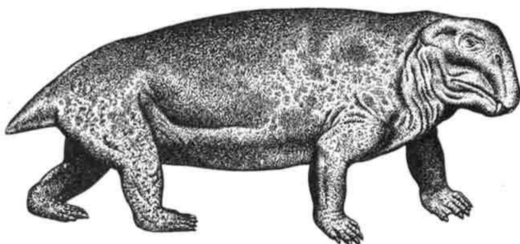
Cuadro detallado de los grupos principales de reptiles terrestres poco antes, durante y poco después del Triásico. No sólo se incluyen los terápsidos (reptiles avanzados de tipo mamífero) y los arcosaurios, sino también los rincosaurios.

Las vidas más activas que llevaban estas criaturas también debieron de requerir una fisiología más avanzada, un sistema capaz de reproducir más energía y con mayor rapidez; y, aunque no podemos saber tales cosas con seguridad, podemos suponer que un cierto tipo de control de la temperatura corporal se desarrolló en algunos neotetrápodos en fecha muy temprana

de su historia. (Esto podría haberse producido por el aislamiento del cuerpo —plumas, pelaje o grasa bajo la piel— y también por su gran tamaño.) Las mejoras de los dientes y las mandíbulas, especialmente en los dinosaurios ornitisquios, a veces igualaban o incluso superaban a las halladas en los reptiles de tipo mamífero.



Lystrosaurus, un dicinodonto del Triásico inferior de Sudáfrica. Longitud característica: 1 m.



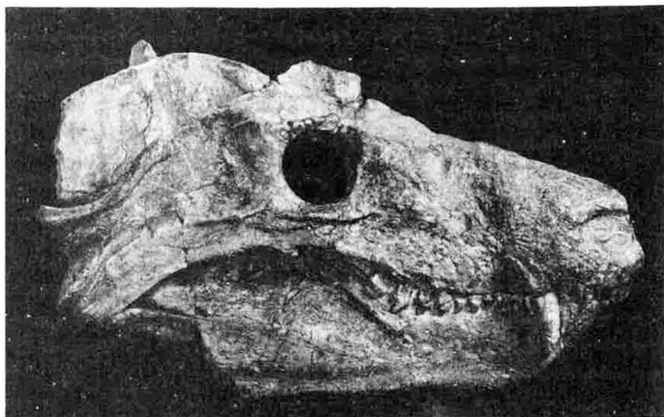
Nothosaurus, un notosaurio del Triásico medio y superior. Longitud hasta 3 m.

Muchos neotetrápodos estaban equipados con armas ofensivas e instrumentos protectores, como cuernos o colas que podían actuar a modo de látigo, o con púas o con una maza en el extremo (como en diversos dinosaurios). Algunos de ellos tenían una armadura completa de placas o caparazones protectores (tortugas, placodontos, aetosaurios, dinosaurios anquilosáuridos). Otros regresaron a las aguas de donde emergieron inicialmente sus antepasados anfibios; se hicieron semiacuáticos en agua dulce (crocodilios, fitosaurios), frecuentaron las orillas del mar y los bajíos costaneros (nodosáuridos, placodontos) o vivieron en los océanos (plesiosaurios, ictiosaurios). Los ictiosaurios se adaptaron de una forma tan completa a la

existencia marina que fueron incapaces de regresar a la orilla; sus miembros, más aletas que patas, apenas les habrían servido para apoyarse en tierra.

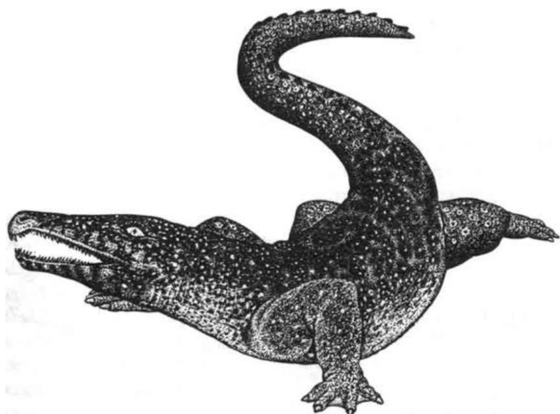
Éste es el punto adecuado para mirar más de cerca las etapas en las que se produjo la sustitución de la fauna. En el Triásico inferior los grandes mamíferos terrestres eran todavía —como en el Pérmico superior precedente— casi exclusivamente reptiles de tipo mamífero. Los más numerosos de éstos eran los dicinodontos, de muy diferentes clases, que llegaban a tener el tamaño de un rinoceronte y algunos de ellos tenían sólo un par de caninos a modo de colmillos, mientras que otros carecían totalmente de dientes. Esta falta de dientes hace suponer que los dicinodontos desgarraban las plantas con el pico córneo que sin duda cubrió sus mandíbulas en vida. Su gran abundancia podría también aducirse como evidencia de hábitos herbívoros, pues normalmente los animales herbívoros constituyen la mayor parte de toda población equilibrada. Fueron, en efecto, el primer grupo en la historia de los vertebrados que hizo uso efectivo de todo el alimento vegetal que crecía en el suelo y que tuvieron un espectacular éxito como vegetarianos. En otro párrafo de este libro (p. 42), nos hemos encontrado ya con el principal carnívoro en la población de reptiles de tipo mamífero, los cinodontos cinognatoideos, que, al igual que los mamíferos modernos, teman ya dientes diferenciados en incisivos, caninos y molares, y que debieron alimentarse en gran parte de sus primos dicinodontos. Aunque no tan numerosos como éstos, los cinodontos eran igual de variados. Las especies mayores conocidas debieron de tener casi dos metros de longitud. En la última parte del Triásico inferior apareció un nuevo tipo de cinodonto, el tritilodontoideo, cuyos dientes eran bastante diferentes y sin duda más apropiados para cortar materias vegetales que para matar y comer a otros animales. Las únicas criaturas grandes, además de éstas, en las faunas del Triásico inferior —las únicas que no eran mamíferos de tipo reptil— fueron los primeros arcosaurios, tecodontos primitivos que aún se movían con torpeza en una «posición extendida», pero que eran totalmente carnívoros. Sin embargo, sus dientes eran por com-

pleto diferentes de los dientes de los cinodontos de tipo mamífero, pues todos eran más o menos iguales, excepto en el tamaño; colocados en alvéolos, muy puntiagudos, algo curvados hacia atrás y con frecuencia un poco aplastados, de modo que un reborde separaba las superficies del lado del labio y del lado de la boca. A menudo el mismo reborde estaba serrado como un cuchillo de trinchar carne. Algunos de estos tecodontos llegaron a ser muy grandes; uno de ellos, el *Erythrosuchus* de Sudáfrica, tenía el cráneo de casi un metro de largo y es el animal más grande conocido hasta ahora; su existencia se desarrolló en tierra firme, anterior al período del Triásico superior. En estos tiempos los arcosaurios más antiguos eran todavía muy poco numerosos.

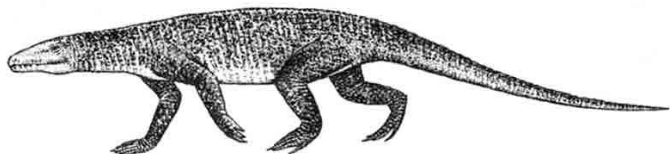


Cráneo del cinodonto *Cynognathus crateronotus*, del Triásico inferior de Sudáfrica. Es el mayor cráneo de cinodonto que se conoce: mide 40 cm de longitud.

En esencia, pues, la fauna característica del Triásico inferior se componía de dicinodontos y cinodontos tritilodontoideos vegetarianos, que con toda probabilidad comían diferentes clases de plantas, y que a su vez eran devorados por los cinodontos cinognatoideos y algunos tecodontos muy primitivos.



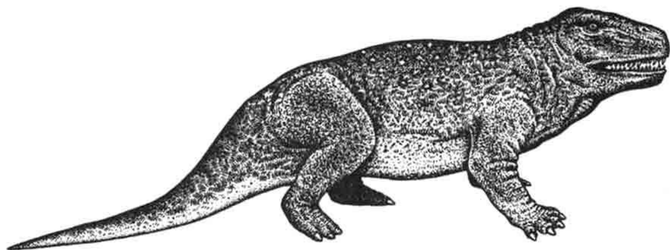
Chasmatosaurus, un tecodonto muy primitivo del Triásico inferior. Longitud característica: 1,5 m.



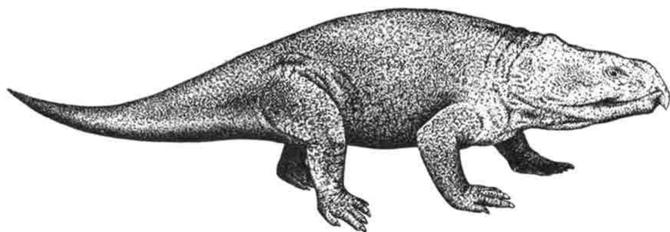
Mandasuchus, tecodonto del Triásico medio de Tanzania. Longitud característica: 2,5 m.

La fauna típica del Triásico medio se caracterizó por un nuevo grupo de grandes reptiles herbívoros, los rincosaurios, que no eran reptiles de tipo mamífero ni arcosaurios, sino parientes lejanos de los lagartos. También éstos incluían cuatro puntos como los anteriormente relacionados cuando se trataba el Triásico inferior, si bien con ciertos cambios. Entre los herbívoros, los cinodontos tritilodontoideos eran mucho más numerosos que en los tiempos del Triásico inferior (sus dientes se habían especializado más para una dieta vegetariana) y los dicinodontos seguían siendo pocos. Los cinodontos carnívoros (cinognatoideos) eran también menos abundantes y al parecer bastante más pequeños. En cuanto a los tecodontos, la postura de sus extremidades había alcanzado ahora la condición «se-

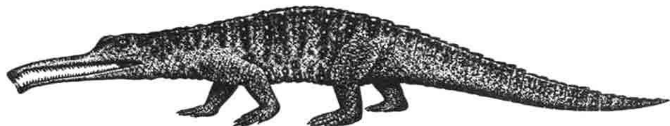
mimejorada» y, aunque todavía no eran numerosos como individuos, ya estaban representados por muchas especies diferentes, en otras palabras, se habían diversificado notablemente. No obstante, todos eran aún carnívoros, con los típicos dientes tecodontos que hemos descrito antes. Y algunos eran muy grandes, mucho más que cualquiera de los demás elementos en el conjunto faunístico.



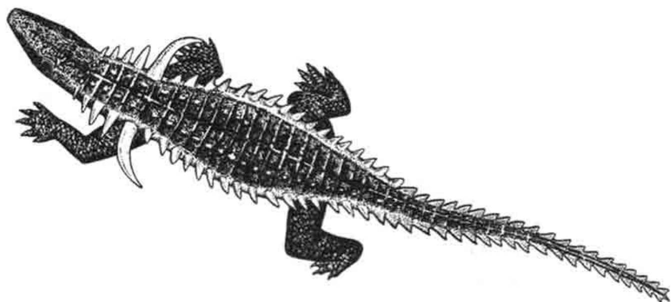
Erythrosuchus, un tecodonto primitivo del Triásico inferior de Sudáfrica. Longitud característica: 4,5 m.



Stenaulorhynchus, rincosaurio del Triásico medio de Tanzania.



fíutiodon, fitosaurio del Triásico superior de Carolina del Norte. Longitud característica: 3,6 m.



Desmatosuchus, aetosaurio del Triásico superior de Texas. Longitud característica: 3 m.

Con todo, las diferencias que acabamos de indicar entre las faunas del Triásico inferior y medio son importantes si se comparan con las espectaculares diferencias entre las del Triásico medio y superior. De los cinco grupos principales de la fauna del Triásico medio, cuatro se habían reducido mucho en el Triásico superior: los dicinodontos habían desaparecido casi por entero (dejando un solo género superviviente en el occidente de Norteamérica), las razas carnívora y herbívora de cinodonto se habían hecho altamente especializadas y muy poco numerosas, y hasta los rincosaurios ya no eran tan abundantes. Debemos señalar que los cinodontos carnívoros también dieron origen en el Triásico superior a los primeros mamíferos diminutos. Pero el triste declive de estos cuatro grupos que otrora fueron grandes, contrasta intensamente con la suerte de los arcosaurios que, de repente, evolucionaron de un modo explosivo y constituían ahora la mayor parte de la fauna. Algunos poseían aún la postura de las extremidades «semimejorada» y, en consecuencia, todavía podían clasificarse como tecodontos. Pero la mayoría de ellos se habían vuelto «totalmente mejorados» y, en consecuencia, debían considerarse como dinosaurios, exclusivamente —o casi exclusivamente— saurisquios. Algunos de ellos, aunque su aparición hubiese sido en el Triásico superior, eran ya bípedos habituales. De hecho, los primeros saurisquios conocidos eran o bien carnívoros bípedos, pequeños y de complexión ligera (celurosaurios) o más grandes y a veces enormes prosaurópodos que con frecuencia tendían fuertemente hacia el

régimen herbívoro y a veces un poco hacia la posición bípeda. Por otro lado, además de los tecondontos «típicos» y los diversos saurisquios, otros cuatro grupos nuevos de arcosaurios se habían establecido con firmeza en el Triásico superior. Dos de ellos, los fitosaudos y los aetosaurios, se consideran como subórdenes especializados del orden tecodontos, que se extinguieron al final del Triásico; los otros dos, los crocodilios y los pterosaurios, están siempre considerados como órdenes totalmente independientes de los arcosaurios, persistiendo hasta nuestros días y el final del Mesozoico, respectivamente. Los fitosaurios (véase la figura de la página anterior) poseían una fuerte armadura, y, por su aspecto y probablemente sus hábitos, eran parecidos a los crocodilios; los aetosaurios (véase la figura de la página anterior) eran similares, incluso tenían una armadura pesada, pero eran totalmente terrestres y, o bien herbívoros (como los omitisquios y algunos prosaurópodos) o, al menos, omnívoros en su dieta.

Así pues, y para resumir, la transición de los tiempos del Triásico medio al superior está marcada por dos fenómenos concurrentes y relacionados entre sí. Uno es el súbito declive de los rincosaurios y de todos los diferentes grupos de reptiles de tipo mamífero; el otro es el aumento y la irradiación casi increíble de los arcosaurios para llenar todos los huecos disponibles, tanto para herbívoros como para carnívoros, en el nuevo conjunto de la fauna. Al mismo tiempo, como hemos visto antes, otros grupos nuevos de vertebrados superiores hicieron su aparición, tanto en el mar como en tierra y en el aire, grupos como los testudinados (tortugas terrestres y de mar), los plesiosaurios y —un poco más tarde— los mamíferos.

Sólo se conoce una fauna que realmente muestre el cambio que ha tenido lugar. En Ischigualasto, Argentina occidental, existe lo que parece ser un conjunto del Triásico medio, con reptiles de tipo mamífero todavía muy abundantes, pero también con dos aetosaurios primitivos, lo que puede ser uno de los primeros crocodilios, unos pocos dinosaurios saurisquios y, aunque lo dudamos, un ornitisquio, el único conocido del Triásico, si es que realmente pertenece a este orden.

Todo esto nos sugiere una interesante pregunta: ¿Qué hay de los omitisquios? El presente capítulo se titula «Origen de los dinosaurios», pero hasta ahora sólo se ha mencionado a los saurisquios. Francamente, ignoramos la respuesta. Aparte del enigmático fósil al que acabamos de aludir, los primitivos omitisquios están en rocas del Jurásico inferior. Algunos expertos opinan que tuvieron su origen en los tecodontos, de forma independiente respecto a todos los otros dinosaurios; una minoría de especialistas sostiene que evolucionaron a partir de los prosaurópodos, pero hasta la fecha no contamos con pruebas a favor ni en contra de lo que constituye, a mi entender, una mera conjetura.

Hasta ahora hemos tratado de hechos, o al menos de hechos revelados por los fósiles. Debemos admitir que los datos aportados por éstos son muy incompletos y a menudo fechados erróneamente, pero aun así nadie podría negar que cuatro de los cinco grupos de reptiles que se encuentran con tanta abundancia en los depósitos del triásico medio son infrecuentes o faltan por completo en los yacimientos del Triásico superior. De manera similar, no puede negarse que el quinto grupo, los arcosaurios, son relativamente infrecuentes en el Triásico medio pero en cambio son muy abundantes en el superior. En resumen, no podemos negar este cambio drástico y fundamental en la naturaleza de la fauna de vertebrados terrestres, ni que muchas nuevas adaptaciones o nuevos estilos de vida aparecieron en la segunda mitad del período Triásico. Pero, ¿por qué sucedió todo esto, por qué se produjo semejante diversidad y por qué (en un sentido geológico) fue tan repentina y simultánea?

En este punto terminan los hechos y empieza la especulación. No obstante, esperamos que la explicación ofrecida sea inteligente; por lo menos es simple y lógica, y resulta difícil pensar en otra. Consideremos a las criaturas tecodontianas del Triásico medio con una postura de las extremidades más mejorada que la de otros reptiles contemporáneos, tal vez con una fisiología en consonancia y muy activas, totalmente carnívoras, más variadas entre sí y con una evolución muy rápida; y aún otra cosa, lo más importante de todo, algunas de estas criaturas

(los prestosúquidos) eran las mayores de todos los otros animales terrestres de la época, probablemente gracias a la postura mejorada de sus extremidades. Los descendientes de este grupo fueron los que heredaron la tierra después del cambio. ¿No parece muy probable que fueran la causa de este cambio?

Los tecodontos, como todas las razas competitivas de reptiles, desarrollaban continuas mejoras en su estructura y fisiología. Parece probable que, en los tiempos del Triásico medio, algunos de ellos alcanzaran un nivel de organización —podrían haber sido los miembros de otro grupo, pero resultó que fueron los tecodontos los primeros en alcanzarlo— por el que dominaban a los otros grupos hasta un extremo jamás antes alcanzado. Otros carnívoros se encontraron compitiendo sin éxito con los grandes tecodontos por las existencias menguantes de carne, y los herbívoros eran acosados sin tregua. En efecto, los grandes carnívoros tecodontos eran unos predadores de tal éxito que finalmente ocasionaron el declive y extinción de los animales que cazaban y también de los otros carnívoros con los que competían. Entretanto sus actividades reforzaron los efectos de la selección natural y aumentaron la «presión selectiva» en todas aquellas otras especies, incluidos muchos de sus congéneres tecodontos. Fue un caso de «renovarse o morir». Los individuos «normales» de cada especie afectada tenían unas oportunidades muy reducidas de supervivencia, mientras que los individuos que poseían variantes ventajosas estaban en condiciones más favorables. Cuando estas variantes eran heredables, es decir, cuando podían transmitirse a la siguiente generación, aumentaba la proporción de individuos que las poseían. Otros grupos dentro de la fauna, incluso otros tecodontos, empezaron a evolucionar más rápidamente; esto les permitió, por primera vez, superar las enormes dificultades que implicaba la adopción de nuevos hábitos y la colonización de nuevos hábitats; allí donde hasta entonces no habían vivido tetrápodos, podían evolucionar aún más rápidamente y llenar todos los huecos ecológicos disponibles. En otras palabras, sufrir una irradiación casi «explosiva».

La mayor parte de los reptiles de tipo mamífero se extinguieron; otros, diminutos, encontraron una nueva forma de

vida, quizá nocturna o amadrigándose, y se convirtieron en los primeros mamíferos. Otros grupos, como hemos visto, se libraron del holocausto lanzándose a las aguas o al aire. Y algunos de los mismos tecodontos (no necesariamente los mismos que producían la presión selectiva) evolucionaron en diversas direcciones para llenar las vacantes que los reptiles de tipo mamífero y otros grupos habían dejado en la fauna de grandes vertebrados terrestres. La enconada competencia por la carne y la casi desaparición de los otros vegetarianos (dicinodontos, cinodontos tritilodontoideos, rincosaurios) dio un desarrollo totalmente nuevo a la evolución de los arcosaurios herbívoros. Estos arcosaurios herbívoros fueron capaces de sobrevivir a la matanza de sus primos predadores debido a sus nuevas mutaciones: armadura protectora (aetosaurios), rápida carrera bípeda (dinosaurios ornitisquios) o gran tamaño (dinosaurios pro- saurópodos). Los arcosaurios carnívoros se vieron obligados a imitarlos y desarrollar la carrera bípeda (todos los dinosaurios teratópodos) y el gran tamaño (carnosaurios); algunos de ellos, además, adquirieron cabezas de tamaño excepcional con dientes en consonancia y, si eran bípedos, poderosas manos asidoras. Así empezó la existencia de la primera de las diversas faunas de dinosaurios que iban a dominar la tierra durante el resto de la era Mesozoica.

Al principio de este capítulo hemos observado que los arcosaurios fueron simples reptiles y que en consecuencia deberían haber sido muy inferiores a los mamíferos contemporáneos. Pero no había mamíferos en el Triásico, sólo reptiles de tipo mamífero, mucho más primitivos que los mamíferos de hoy. Y, a la inversa, hemos visto que algunos de los arcosaurios del Triásico, aunque clasificados como reptiles, parecen haber tenido estructuras esqueléticas mucho más avanzadas de lo que las tienen los reptiles modernos, y habían evolucionado más, incluso, que los arcosaurios de nuestra época (representados sólo por los cocodrilos). Quizás también eran más avanzados en otros aspectos, sobre todo fisiológicos, pero de eso no podemos tener certeza. (Todo esto aclara que un animal antiguo perteneciente a una clase que aún vive hoy, no poseyera forzo-

samente todos los caracteres de clase de los miembros vivientes.) A la luz de estas circunstancias, ya no debería parecer extraño que los reptiles arcosaurios lograran el dominio sobre los reptiles de tipo mamífero de aquel tiempo y lo mantuvieran durante 140 millones de años.

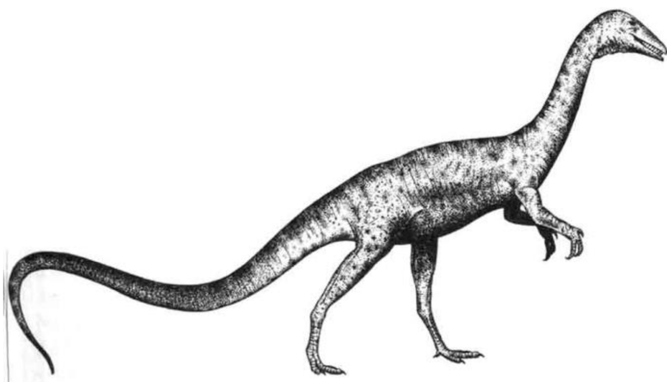
XII. DINOSAURIOS TEROPODOS: LOS BÍPEDOS CARNÍVOROS

Por fin, después de lo que pueden haber parecido unos preliminares interminables, hemos llegado al punto en que podemos iniciar la descripción directa de las diferentes clases de dinosaurios. Desde luego, no describiremos una por una los centenares de especies descubiertas. Incluso una información somera de cada género sería tan aburrida para los lectores como para el autor. No obstante, trataremos de ofrecer breves retratos de los principales tipos, tanto los descubiertos recientemente como los más conocidos. Los no descritos aquí pueden considerarse con toda certeza como «variaciones sobre un mismo tema». Empezaremos por los terópodos.

En el capítulo X explicábamos que los dinosaurios saurisquios se clasifican en dos subórdenes: los terópodos y los sauropodomorfos. Los terópodos constituyen un grupo muy característico; todos ellos eran bípedos por hábito e incluso por obligación y, con notables excepciones, que veremos en seguida, todos eran carnívoros. En general, se subdividen —de un modo conveniente desde el punto de vista práctico pero probablemente incorrecto en el aspecto evolutivo— en los celurosaurios, pequeños y de complexión ligera, y los carnosaurios, mucho más grandes y pesados. Aquí adoptaremos una clasificación más reciente y distinguiremos un tercer grupo, el de los deinonicosaurios, con una gama de tamaños intermedios, de movimientos rápidos y marcadamente predadores.

Los celurosaurios

Los primeros celurosaurios figuraron entre los dinosaurios más antiguos, y vivieron en el Triásico superior. Uno de los más conocidos es un pequeño animal llamado *Coelophysis* («forma hueca»), del que se encontraron muchos esqueletos bien preservados en Ghost Ranch, en el estado norteamericano de Nuevo Méjico. Los había de todos los tamaños, desde bebés recién salidos del huevo hasta adultos totalmente desarrollados. Estos últimos sólo medían unos 2,5 metros de largo y un metro de altura, y su complexión era tan liviana que probablemente no pesaban más de 20 kilos. La cabeza era larga y puntiaguda; los dientes agudos, con bordes en forma de finas sierras, como cuchillos de trinchar carne; el cuello, el cuerpo, la cola y las extremidades posteriores eran largos y delgados. Los pies eran parecidos a los de las aves, con sólo tres dedos que tocaban el suelo. Los miembros delanteros eran más cortos, con manos de cuatro dedos que probablemente podían utilizar para asir.

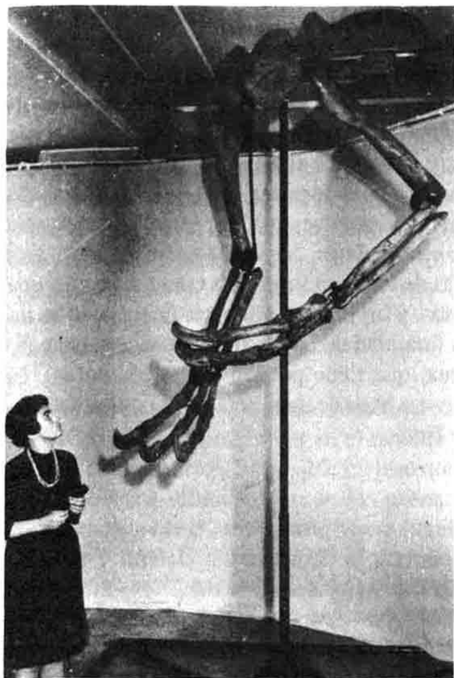


Coelophysis, celurosaurio del Triásico superior de Nuevo Méjico. Longitud característica: 2,5 m.

El *Coelophysis* parece haber sido un pequeño predador muy activo dotado de un apetito insaciable; es probable que cazara cualquier cosa que se moviese, cogiéndola con las manos y desgarrándola con las mandíbulas. Se han encontrado un par de esqueletos bien preservados, cada uno con los restos de diminutos esqueletos de *Coelophysis* en su interior. Esto podría

ser un caso de viviparismo o, algo menos agradable, podría sugerir canibalismo. Los dinosaurios del tipo de los *Coelophysis* —algunos bastante más grandes, otros incluso más pequeños— parece que vivieron durante todo el Jurásico y el Cretácico.

Un celurosaurio muy pequeño fue el *Compsognathus* («mandíbula bonita») del Jurásico superior (véase figura p. 168), hallado en Alemania meridional. Figuró entre los dinosaurios más pequeños de todos, con una longitud total de 60 o 70 centímetros, no mayor que un pollo doméstico. Aunque hay que tener en cuenta que el único espécimen conocido podría tratarse de un individuo joven y no de un adulto.



Omóplatos y huesos de las extremidades anteriores (no se conoce nada más) del extraño dinosaurio terópodo *Deinocheirus*.

Un tipo «especializado» de terópodo que se conoce desde hace mucho tiempo es el *Ornithomimus* («imitador de las aves»; véase lámina 5), llamado también dinosaurio avestruz,

hallado en abundancia en las rocas cretácicas de Norteamérica y Asia. Los ornitomímidos eran celurosaurios de tamaño muy grande, con una longitud de cuatro metros e incluso más. El cuello era largo y la cabeza relativamente pequeña, y sus mandíbulas en forma de pico carecían de dientes. A primera vista las reconstrucciones de este dinosaurio tienen un aspecto parecido al del avestruz, pero naturalmente este ave, a diferencia del *Ornithomimus*, carece de una cola larga. Las extremidades delanteras de los ornitomímidos eran más largas que las de otros celurosaurios, y las manos, provistas de tres dedos, tenían probablemente la finalidad de coger, tirar y arrancar (otra diferencia con el avestruz, que tiene pequeñas alas plumosas). El *Ornithomimus* pudo vivir a base de una dieta de pequeños animales, insectos, huevos y frutas.

Los deinonicosaurios

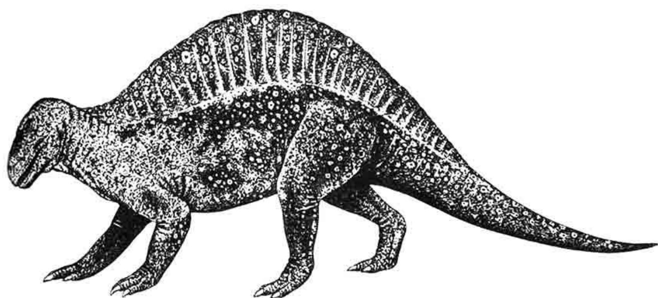
Los deinonicosaurios sólo se han hallado en rocas del Cretácico, por lo que es de presumir que han evolucionado de antepasados celurosaurios. El género mejor conocido es *Deinonychus* (véase lámina 13), descubierto en 1964 en los terrenos del Cretácico superior de Montana, Estados Unidos. Era un terópodo de complexión liviana y carrera rápida, que medía de 2,5 a 3 metros de longitud, con una cabeza bastante grande y una mano asidora. El *Deinonychus* poseía dos rasgos notables. En primer lugar, el segundo dedo de los cuatro de que estaba provisto el pie trasero no llegaba al suelo; terminaba en una enorme garra en forma de hoz, la cual, cuando daba una coz, podía ocasionar una temible herida al enemigo (de aquí el nombre del género, que significa «garra terrible»). En segundo lugar, la larga cola estaba reforzada por haces de varillas óseas que, al parecer, debían de haberle conferido una gran rigidez cuando se estiraban. Probablemente el reptil estiraba la cola hacia atrás en posición horizontal cuando corría, utilizándola para mantener el equilibrio.

Más excitante que el descubrimiento del *Deinonychus*, fue el hallazgo que tuvo lugar en 1965, en las rocas del Cretácico

superior del desierto de Gobi en Mongolia. Todo lo que se halló fueron los omóplatos y los huesos de las extremidades delanteras de un gran terópodo con una mano asidora de tres dedos, quizá otro dinosaurio avestruz. Pero lo más notable es el enorme tamaño: ¡sólo la extremidad delantera medía 2,4 metros de largo! Uno se estremece al pensar en el tamaño de ese enorme animal, que por razones obvias ha recibido el nombre de *Deinocheirus*, «mano terrible». Su clasificación es incierta.

Los carnosaurios

Ahora dirigiremos nuestra atención a los carnosaurios, los cuales aparecen por primera vez en el registro fósil mucho más tarde que los celurosaurios. Es posible incluso que hayan evolucionado a partir de estos últimos. Uno de los primeros carnosaurios fue el *Megalosaurus* («gran lagarto»; véase lámina 3), que vivió en Inglaterra y Francia durante todo el período Jurásico y la primera parte del Cretácico. La mejor descripción que podría hacerse de él es la de un *Coelophysis* enorme y muy pesado, con la cabeza mucho más grande pero con el cuello y las extremidades delanteras más cortos. El *Megalosaurus* medía en total más de seis metros de largo y tres de altura cuando estaba en posición erecta, y pesaba unas dos toneladas. Para la historia del descubrimiento de los dinosaurios el *Megalosaurus* es muy importante, puesto que el primer hueso de dinosaurio registrado (1676) probablemente perteneció a un ejemplar de este género (véase figura p. 49); además, como ya hemos mencionado en un capítulo anterior, fue el primer dinosaurio que recibió un nombre, el primero que se describió (1824) y uno de los tres que formaban el grupo al que Owen denominó «dinosaurios» en 1841. Por desgracia la mayoría de los especímenes de *Megalosaurus* no están ni mucho menos completos, pero dichos animales nos han dejado huellas de sus pisadas en las rocas de Inglaterra meridional (véase ilustración p. 35).

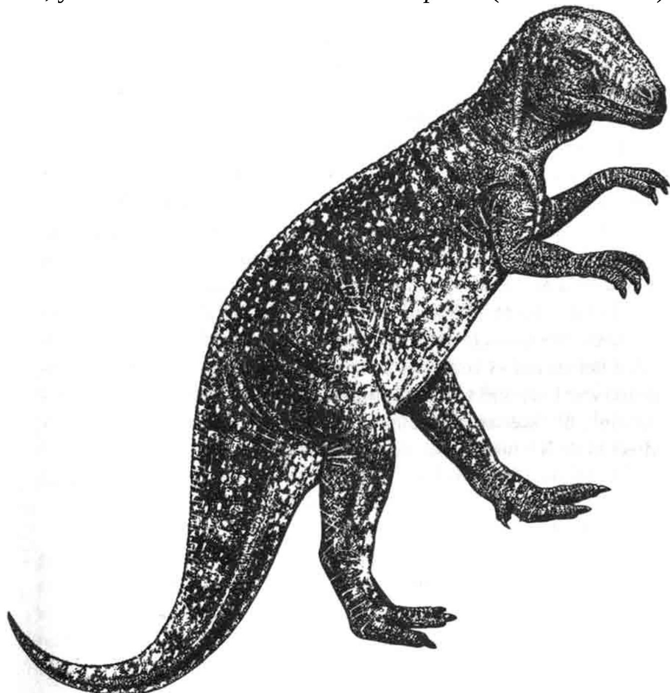


Spinosaurus, un camosaurio con «vela en la espalda» del Cretácico superior de Egipto.

Los estratos del Jurásico superior de Norteamérica occidental contienen muchos esqueletos de un pariente cercano del *Megalosaurus,* el *Allosaurus* («lagarto diferente»), que era incluso mayor que aquél. Este carnosaurio, de diez metros de longitud y casi cuatro metros de altura, fue el gran cazador de su tiempo y atacaba a los saurópodos gigantescos (como el *Brontosaurus* y el *Diplodocus)* que describiremos en el capítulo siguiente.

Otros parientes del *Megalosaurus* tenían pocas peculiaridades. El *Dilophosaurus* («lagarto de dos crestas»; véase lámina 10) del Jurásico inferior de Arizona, hallado por primera vez en 1954 por un indio navajo, medía más de seis metros de largo y tenía dos altas crestas encima de la cabeza. Estas crestas, aunque en algunos lugares eran delgadas como el papel, estaban reforzadas por puntales de hueso. Tal vez sirvieron para diferenciar a los machos de las hembras. El *Ceratosaurus* («lagarto cornudo»; véase lámina 2) del Jurásico superior del oeste norteamericano era algo más pequeño que el *Megalosaurus*. Sus rasgos especiales eran un pequeño cuerno sobre el hocico y una protuberancia ósea encima de cada ojo. El gigantesco *Spinosaurus* del Cretácico superior de Egipto tenía unas enormes apófisis espinosas en las vértebras de la espalda, de hasta 1,8 metros de largo; es de suponer que sujetaban una «vela» que funcionaba como un intercambiador de calor (del mismo modo que el pelicosaurio *Dimetrodon* con aleta dorsal

representado en la p. 3). Vértebras aisladas del mismo tipo encontradas en diversos lugares sugieren que carnosaurios similares vivieron en ellos; por ejemplo, en Wealden (Inglaterra) se han encontrado vértebras de éstas en rocas del Cretácico inferior, y se les ha dado el nombre de *Altispinax* (véase lámina 4).



Allosaurus, un carnosaurio del Triásico superior del Oeste de EE.UU. Longitud característica: 10 m.

En el Cretácico inferior, poco antes del fin de la Era de los Dinosaurios, los carnosaurios se hicieron aún mayores. El más grande de todos fue el famoso *Tyrannosaurus* («lagarto tirano», véase lámina 5 y p. 14) de Norteamérica occidental y Mongolia, del que se cree en general que fue «el carnívoro más grande que jamás ha habitado la tierra». Esta aterradora criatura medía 12 metros de longitud, 5 de altura y pesaba unas 7 toneladas. Sólo la cabeza medía 1,25 metros y los dientes en

forma de sierra alcanzaban una longitud de 15 centímetros. Sin embargo, las extremidades delanteras eran diminutas, con sólo dos dedos en cada mano; parece por lo tanto improbable que fueran de alguna utilidad para el animal. El *Tyrannosaurus* probablemente cogía y desgarraba a su presa, como lo hacen las aves rapaces, con los grandes pies provistos de garras de sus enormes y poderosísimas patas traseras. No es de extrañar que el pequeño dinosaurio vegetariano *Triceratops,* hallado en gran número en los mismos depósitos, necesitara cuernos y una gola alrededor del cuello para defenderse.

Por mucho éxito que tuviera en su época el *Tyrannosaurus,* no obstante desapareció sin dejar rastro hace 65 millones de años, al final del período Cretácico. Su extinción (y la de sus contemporáneos) corrió el telón de la última escena en la historia de los dinosaurios. El escenario quedó entonces preparado para la gran irradiación de los mamíferos del Terciario.

XIII: DINOSAURIOS SAUROPODOMORFOS: EL *DIPLODOCUS* Y SUS PARIENTES

Los sauropodomorfos eran unos dinosaurios muy diferentes de los terópodos, aunque ambos grupos se clasificaban en el orden de los saurisquios. En efecto, como ya hemos mencionado (p. 96), no es imposible que los sauropodomorfos y los terópodos evolucionaran por separado de los tecodontos; si así fue, entonces el orden «saurisquios» sería un agrupamiento artificial.

Las dos subdivisiones de los sauropodomorfos son: la de los gigantescos saurópodos, cuadrúpedos y herbívoros, y la de los más pequeños prosaurópodos, algunos de ellos bípedos y algunos carnívoros. Los prosaurópodos precedieron a los saurópodos en el tiempo; pero los saurópodos son los más importantes y, en consecuencia, los consideraremos en primer lugar.

Los saurópodos

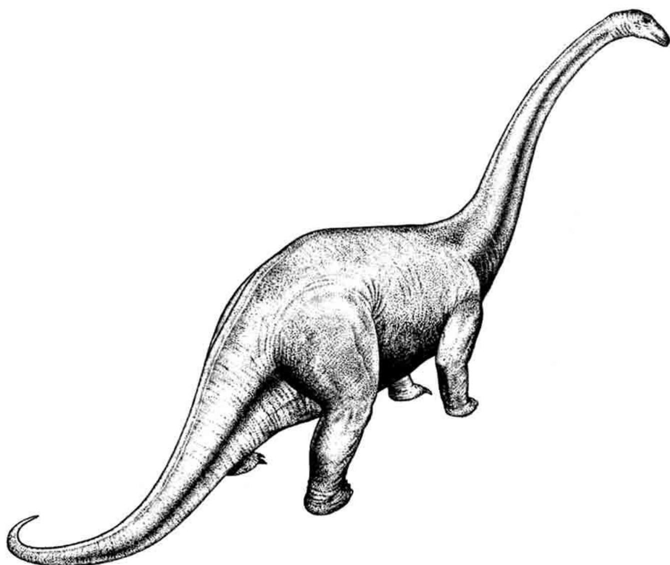
La mayoría de los saurópodos eran muy parecidos. Poseían un cuerpo enorme que iba estrechándose hacia adelante, formando un cuello notablemente largo, y hacia atrás, con una cola más larga todavía. El cuello terminaba en una cabeza de pequeñez ridícula, con las fosas nasales encima de ella. No parece que las mandíbulas hayan sido muy fuertes; tenían dientes débiles en forma de estacas o cucharas, apropiados tan sólo para alimentarse de vegetación blanda. La cola era gruesa en la base, pero delgada y como un látigo hacia su extremo; es posible que el animal la utilizara para azotar a sus enemigos, como lo hacen algunos lagartos modernos, pues no tenía otro medio de autodefensa. Las patas eran largas, rectas como columnas, con pies dotados de cortos dedos, en conjunto bastante parecidas a las de un elefante. En la mayoría de los casos, las patas

traseras eran mucho más largas que las delanteras. Estos animales se han encontrado en todo el Jurásico y el Cretácico, pero todavía se desconoce su presencia en las rocas más antiguas de la Era de los Dinosaurios (Triásico superior).

Podríamos suponer que los primeros saurópodos fueron relativamente pequeños y que su tamaño aumentó con el paso del tiempo; así, las formas del Jurásico superior serían más grandes que las del inferior, y las del Cretácico todavía serían mayores. Los hechos, sin embargo, se han revelado diferentes: los saurópodos del Jurásico superior son los más numerosos, variados y grandes de todos.

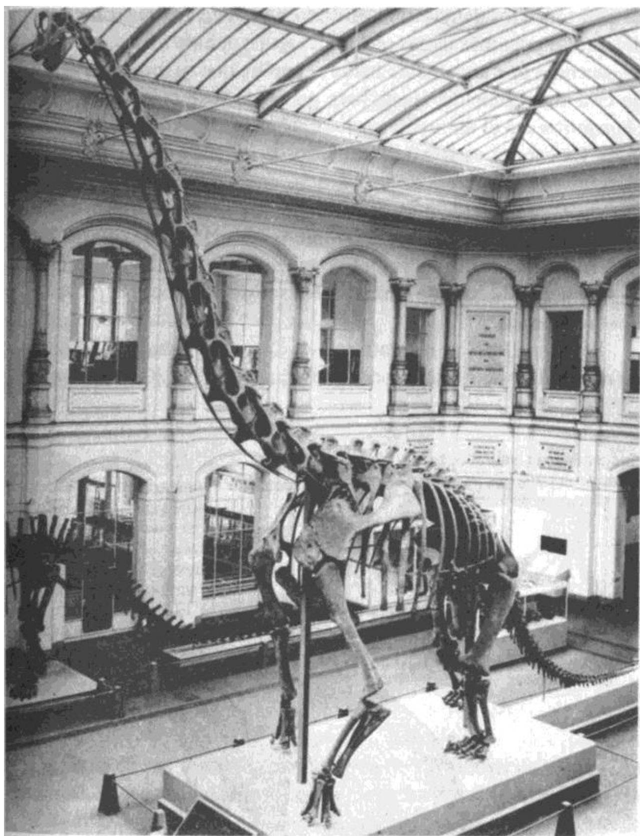
Observemos con más atención algunos de éstos. Un saurópodo típico y bien conocido es el *Apatosaurus*, el «lagarto engañoso» (llamado impropiamente *Brontosaurus*, el «lagarto trueno»; véase lámina 2). Este dinosaurio del Jurásico superior, hallado en el oeste norteamericano, medía 20 metros de largo, tenía 4,5 metros de altura en la cruz y pesaba unas 30 toneladas. En los mismos yacimientos del *Apatosaurus* se encuentra el *Diplodocus* («doble viga», véase figura del «Prefacio»). Este famoso dinosaurio era similar al *Apatosaurus*, pero más largo y delgado —es probable que fuera uno de los dinosaurios más largos (26 metros)—; su peso era de sólo 10 toneladas.

Un saurópodo de Inglaterra que también posee la misma forma típica del grupo es el *Cetiosauriscus* (similar en algunos aspectos al *Cetiosaurus* o «lagarto ballena», el primer saurópodo descubierto). Este dinosaurio se encuentra en los estratos inferiores del Jurásico superior y fue algo más pequeño, pues no superaba los 15 metros de largo. Sus restos suelen ser mucho más fragmentarios que los bien preservados de sus parientes norteamericanos, pero un esqueleto bastante bueno —el mejor encontrado hasta ahora— se excavó cerca de Stamford (Lincolnshire) en 1968.



Cetiosauriscus, saurópodo del Jurásico superior de Inglaterra. Longitud característica: 15 m.

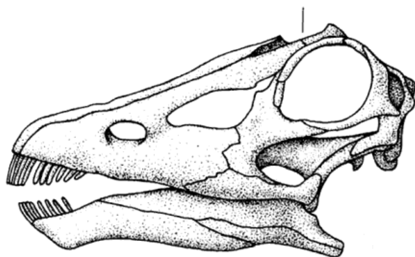
Bastante diferente de todos estos fue el *Brachiosaurus* («lagarto brazo»; véase lámina 2 y figura p. 12) del Jurásico superior, hallado en el oeste de Estados Unidos y en Tanzania. A diferencia de casi todos los demás dinosaurios, en el *Brachiosaurus* las patas delanteras eran más largas que las traseras; debido a esto, su espalda ascendía profundamente hacia el cuello, que se mantenía erguido casi verticalmente. Hasta hace pocos años se creía que el *Brachiosaurus* era el animal terrestre más grande que jamás había vivido. La cabeza estaba a 12,6 metros del suelo (¡lo bastante alta para mirar por encima de un edificio de cuatro plantas!); sólo el hueso del brazo mide más de 2,1 metros, y se ha calculado que su peso era de unas 80 toneladas (veinte veces más pesado que el elefante más grande). Sólo un museo en el mundo tiene un esqueleto montado de esta enorme bestia: el Museo de Ciencias Naturales de Berlín Oriental.



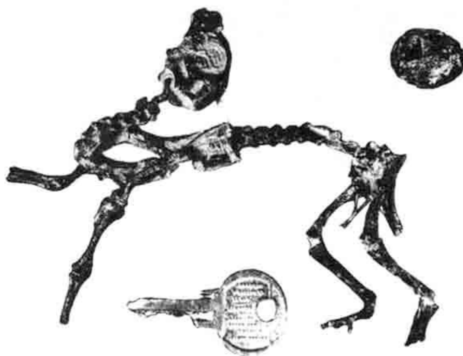
El mayor esqueleto montado de dinosaurio del mundo. Mide unos 12,6 m de altura y pertenece a un *Brachiosaurus*. Se encuentra en el Museo de Ciencias Naturales de Berlín Oriental.

Pero, en 1972, se encontraron en Colorado algunos huesos de un nuevo dinosaurio saurópodo, aún mayor que el *Brachiosaurus*. ¡Una sola de sus vértebras media cerca de 1,5 metros de largo! Este animal, al que todavía no se ha dado nombre (el *Reader's Digest* lo ha bautizado de forma extraoficial como «Supersaurus») debió de tener, según se cree, más de 15 metros

de altura y unos 30 de longitud, y debió de pesar mucho más que las 80 toneladas del *Brachiosaurus.*



Cráneo de *Diplodocus* que muestra la posición de las aberturas nasales externas y los dientes característicos. Longitud del cráneo: 65 cm.



El esqueleto del dinosaurio más pequeño conocido, el *Mussaurus,* perteneciente casi a la frontera entre el Triásico y el Jurásico, encontrado en Argentina. Longitud del cráneo: 32 mm. El huevo se encontró a pocos centímetros de distancia; su eje más largo mide 25 mm.

El mayor dinosaurio conocido por el hombre contrasta profundamente con otro dinosaurio hallado en fecha reciente (1977) en Argentina, en un yacimiento del Triásico superior o Jurásico inferior. Este nuevo dinosaurio, descrito a partir de varios especímenes como *Mussaurus,* es el más pequeño que se conoce y no era mayor que un tordo; su esqueleto tiene cierto parecido con el de un prosaurópodo (véase p. 147), pero su diminuto cráneo es notablemente parecido al de un saurópodo. Las proporciones del cráneo sugieren que podría tratarse de un individuo joven. Cerca de los esqueletos se encontraron dos pequeños huevos en excelente estado de conservación.



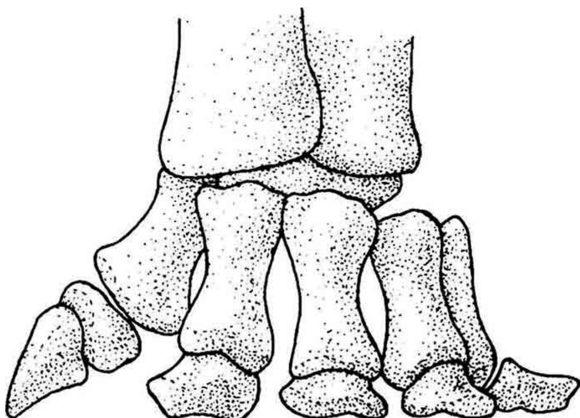
Excavación en el yacimiento donde se localizó un «Supersaurus», en Colorado. El gigantesco hueso junto al que está tendido el hombre es un omóplato.

Hasta fecha muy reciente la mayoría de los expertos en dinosaurios creían que los grandes saurópodos pasaban gran parte de su tiempo (si no todo) en aguas someras, en pantanos y en las orillas de los lagos, alimentándose de blandas plantas acuáticas. Así es como los describían en la mayor parte de los libros sobre el tema, y las ilustraciones de los mismos lo corroboran. En primer lugar se decía que sus patas no eran lo bastante fuertes para sostener sus enormes cuerpos en tierra y que necesitaban la flotabilidad que ofrece el agua para sostenerse. En segundo lugar, se creía que sus débiles dientes sólo podían triturar hierbas acuáticas blandas. Finalmente, se pensaba que la posición de las aberturas nasales externas encima de la cabeza era un rasgo especial que permitía a estos dinosaurios respirar mientras estaban sumergidos casi por completo (tal vez ocultándose de sus enemigos, como los *Allosaurus).* Pero esta creencia ya no la sostiene todo el mundo. En efecto, hay muchas razones para creer que los saurópodos eran animales propiamente terrestres. El hecho de que las aberturas nasales externas estén encima del cráneo no significa necesariamente que

tuvieran ahí las verdaderas ventanas de la nariz y que el animal viviera en el agua.

Existen algunos animales actuales (como los elefantes o los tapires) en los que las aberturas nasales externas están situadas encima del cráneo, pero sabemos que, de hecho, las ventanas de la nariz están en el extremo de una probóscide o trompa, y algunos saurópodos pueden muy bien haber poseído una estructura similar. Los animales que viven en el agua (como los cocodrilos) suelen tener una disposición por completo diferente, con las ventanas de la nariz en el extremo de un largo hocico. Por otro lado, los dientes de los saurópodos no son tan débiles como solía creerse y a menudo están muy gastados, lo cual sugiere que el alimento de estos dinosaurios era algo más coriáceo que las plantas acuáticas.

Hay también otras observaciones que concuerdan con la idea de una vida terrestre, con sólo excursiones ocasionales en el agua. Por ejemplo, la forma del cuerpo no es apropiada para una existencia acuática. Los reptiles y mamíferos que viven en el agua suelen tener cuerpos en forma de barril con el cuello corto, las colas aplanadas para nadar y patas cortas (a veces como remos). Como hemos visto, sin embargo, los saurópodos tenían cuerpos anchos, cuellos largos —quizá para alimentarse de las hojas de árboles altos—, colas largas y a modo de látigos y patas rectas, largas, elefantinas. El esqueleto de los saurópodos está constituido de tal manera que lo hace lo más ligero posible, pero aun así es lo suficientemente fuerte como para soportar sin problemas el enorme peso de estos animales. Los pies de los saurópodos no son anchos y extensos, como suele ocurrir en los animales que caminan por el barro blando o la arena suelta; por el contrario, son pequeños y compactos en relación con el tamaño del animal, de modo que si éste hubiese entrado en un pantano se habría quedado irremisiblemente atascado en el lodo. Finalmente, la naturaleza de los sedimentos en los que los saurópodos suelen estar enterrados no sugiere un entorno pantanoso, y los demás fósiles encontrados con ellos son principalmente restos de plantas y animales que vivieron en tierra firme.



El pie delantero del *Apatosaurus*.

No obstante, el argumento más poderoso contra una vida acuática de los saurópodos es que si su cuerpo hubiera estado sumergido en el agua, el peso de ésta presionando sobre su pecho y pulmones casi con toda seguridad les habría impedido aspirar el aire atmosférico.

Una creencia que parece haberse hecho muy popular es la de que los dinosaurios, y más concretamente los saurópodos, poseían dos cerebros, uno en la cabeza y otro en la región de la pelvis. Esta creencia se basa en el hecho de que los saurópodos poseían un abultamiento de la médula espinal a la altura de la pelvis, que era mucho mayor que el que poseen los demás vertebrados terrestres. Pero eso no es razón para suponer que dicho abultamiento fuera capaz de «pensar». Como en otros animales vertebrados, nosotros incluidos, ese abultamiento tenía que ver, sobre todo, con el control automático de las extremidades inferiores. Y, por otro lado, puede no haber sido tan grande como generalmente se cree, pues la cavidad correspondiente a las vértebras quizás estuviera ocupada en gran parte por un tejido almacenador de glucógeno, como ocurre en algunos vertebrados actuales.

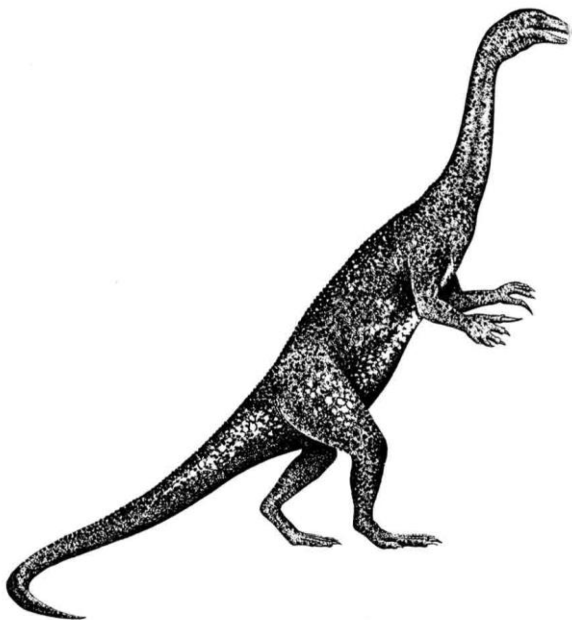
Por cierto, los descubrimientos recientes han demostrado que algunos saurópodos del Cretácico superior poseían unas placas óseas de protección incrustadas en la piel.

Aunque el tamaño de su cuerpo era gigantesco, los saurópodos no producían huevos de un tamaño en consonancia. Si hubiera sido así, la cáscara habría tenido que ser tan gruesa que ni el aire hubiera podido pasar a través de ella para cubrir las necesidades del embrión, ni éste hubiera podido romper la cáscara cuando estuviera preparado para nacer. Lo que sabemos de los huevos de los saurópodos se basa en abundantes hallazgos de cáscaras de huevos, en ocasiones de huevos enteros y a veces incluso de nidadas completas (con frecuencia formadas por cinco huevos) en el sur de Francia. Estos huevos tienen una forma entre oval y redonda, con el eje más largo de unos 25 centímetros de longitud, y una áspera superficie exterior cubierta de pequeñas protuberancias. El único animal cuyos restos se encuentran en los mismos estratos y que fue lo bastante grande para haber producido tales huevos es un saurópodo llamado *Hypselosaurus* («lagarto alto»).

Los prosaurópodos

Finalmente, tras haber dado una ojeada a los saurópodos, debemos fijarnos muy brevemente en los otros sauropodomorfos, los prosaurópodos. Estos reptiles vivieron sólo al principio de la Era de los Dinosaurios, en el Triásico superior y el Jurásico inferior. Su complexión general recuerda vagamente a los saurópodos, pero eran más pequeños, a veces mucho más (sólo dos metros de largo). Como hemos mencionado antes, algunos pudieron haber sido bípedos en ocasiones, y otros carnívoros u omnívoros más que vegetarianos.

El *Plateosaurus* («lagarto plano»; véase la lámina 1) de Alemania meridional es un prosaurópodo bien conocido. Medía unos seis metros de largo y tenía un aspecto bastante torpe. La pequeña cabeza, con dientes aplanados, estaba sostenida por un cuello mucho más corto que el de los saurópodos. De dimensiones similares era el *Riojasaurus* de Argentina. Prosaurópodos más pequeños se encuentran en Sudáfrica y Basutolandia (*Massospondylus)* y en el este de los EE.UU. (*Anchisaurus*).



Massospondylus, un prosaurópodo del Jurásico inferior de África meridional. Longitud característica: 4 m. A pesar de la posición bípeda representada aquí, este animal probablemente era habitualmente cuadrúpedo.

Solía creerse que los prosaurópodos del Triásico superior, como su nombre sugiere, evolucionaron para convertirse en los saurópodos del Jurásico inferior. Sólo tendrían que haberse hecho más grandes, volver a caminar a cuatro patas *continuadamente* y cambiar un poco sus proporciones. Pero muchos investigadores ya no lo creen así y prefieren (por diversas razones) considerar a los prosaurópodos como «tíos abuelos» de los saurópodos más que como «abuelos». En otras palabras, los prosaurópodos serían una rama lateral del árbol genealógico de los sauropodomorfos que se extinguió al final del Triásico. Los antepasados triásicos de las mayores bestias que jamás han pisado la tierra todavía han de ser descubiertos.

XIV. DINOSAURIOS ORNITÓPODOS: BÍPEDOS HERBÍVOROS

Recordemos que los ornitópodos constituían uno de los cuatro subórdenes de los omitisquios (los dinosaurios con «cadera de ave») y el único de los cuatro cuyos representantes mostraban una tendencia hacia la posición bípeda.

Los ornitópodos aparecieron al iniciarse la historia de los dinosaurios, en el Triásico inferior, y sobrevivieron hasta el final del Cretácico. Hay que remarcar también que, en general, no diferían mucho unos de los otros (excepto en el tamaño). De ellos evolucionaron tres grupos bastante especializados. El de los hadrosaurios o dinosaurios con pico de pato fue muy abundante en el Cretácico superior. Los otros dos, muy escasos, fueron el de los psittacosáuridos o dinosaurios loro, del Cretácico inferior, y el de los paquicefalosáuridos o dinosaurios con cabeza en forma de cúpula, del Cretácico inferior y superior. Actualmente algunos expertos creen que los dinosaurios con cabeza de cúpula no deberían considerarse ornitópodos, sino que sería conveniente situarlos en un grupo aparte.

No se han encontrado muchos ornitópodos del Jurásico inferior; a decir verdad, hasta el inicio de la década de los sesenta sólo se conocía un dinosaurio ornitisquio (el anquilosaurio *Scelidosaurus*) en unos estratos del Jurásico inferior, mientras que los sauisquios abundan ya en los yacimientos del Triásico superior.

Pero en 1962, en el curso de una expedición que realicé a Sudáfrica con un grupo de paleontólogos, descubrimos el cráneo de un pequeño ornitópodo, no mayor que el de un conejo (9 centímetros de largo) en un yacimiento del Triásico superior. Lo bautizamos con el nombre de *Heterodontosaurus,* es decir, «lagarto con dientes diferentes» (véase lámina 12). Como el nombre sugiere, lo más inusitado del *Heterodontosaurus* eran sus dientes (véase figura p. 98). La parte delantera de la mandíbula superior presentaba unos dientes sencillos y pequeños

que se apoyaban en un pico córneo desdentado en la mandíbula inferior y que seguramente servían para triturar las hojas de las que se alimentaba. Detrás de las mandíbulas había una hilera de dientes altos, muy juntos, que se habían desgastado entre sí para formar una superficie trituradora larga y plana. Las caras interna y externa de estos dientes poseían estrías y acanaladuras que actuaban como las hojas de unas tijeras, cortando el alimento cuando pasaba de la boca a los carrillos. Estos, que eran musculosos, empujaban de nuevo la comida a la boca para que el animal pudiera tragarla o, si era necesario, volver a pasarla entre dos dientes para cortarla aún más. Pero la característica más notable de la dentadura era que entre los dientes delanteros y los traseros de la mandíbula superior, y entre el pico y los dientes traseros de la inferior, había un diente más grande, bastante parecido a un canino o «colmillo» de mamífero. No sabemos qué utilidad tenía esta pieza dental; es posible que los dinosaurios machos la usaran para luchar entre sí.

Después de que se describiera el cráneo de *Heterodontosaurus* se encontró un esqueleto casi completo de este género, gracias al cual se sabe que este dinosaurio tenía una complexión liviana y era un corredor rápido y bípedo.

También en África meridional, y en el mismo período que el *Heterodontosaurus* —tal vez incluso un poco antes— vivió otro pequeño ornitópodo llamado *Lesothosaurus* (por el país donde se descubrió, Lesotho; véase lámina 9). Este dinosaurio, uno de los pocos ornitópodos del Triásico inferior bien conocidos, era en general similar al *Heterodontosaurus*, pero tenía el cráneo y los dientes más simples y primitivos. El cráneo era más aplanado y carecía de dientes «caninos»; los dientes posteriores no estaban juntos ni desgastados para formar una larga superficie trituradora, sino que estaban separados y tenían forma de hoja con bordes aserrados. Parece también que carecían de carrillos musculosos.

Durante el Jurásico superior y el Cretácico inferior, los ornitópodos fueron muy numerosos. Uno de los más famosos es el familiar *Iguanodon* (véase lámina 4). Ya nos hemos referido a él en el capítulo VI y también hemos contado la historia de cómo la señora Mantell halló sus dientes en Sussex, en 1822,

de cómo el doctor Mantell lo reconstruyó equivocadamente como un cuadrúpedo con uno de sus pulgares puntiagudos encima del hocico como si fuera un cuerno, y de cómo los magníficos esqueletos hallados en Bélgica en 1877-1878 permitieron conocer cuál era su aspecto real. El *Iguanodon* fue además el segundo dinosaurio al que se dio nombre y describió (1825).



Hypsilophodon, un ornitópodo del Cretácico Inferior procedente de la Isla de Wight. Longitud característica: 1,5 m.

El *Iguanodon* vivió durante todo el Cretácico inferior, entre unos 140 y unos 105 millones de años atrás, y sus huesos han sido hallados en Alemania, Rumania y el norte de África, así como en el sur de Inglaterra y Bélgica. También existen huellas de pisadas y caminos trazados (sobre todo cerca de Swanage en Dorset, Inglaterra) que, según parece, fueron dejados por este animal. El *Iguanodon* era notablemente mayor que el *Megalosaurus* —carnívoro hallado en los mismos yacimientos—, pues medía 9 metros de largo y 5 de alto cuando estaba en posición vertical, y debió de pesar unas cuatro toneladas y media. Aunque, en general, las huellas de sus pisadas sugieren que caminaba sólo sobre las patas traseras, también debía de andar en ocasiones como un cuadrúpedo, porque tiene pezuñas en lugar de garras tanto en las «manos» como en los pies (véase

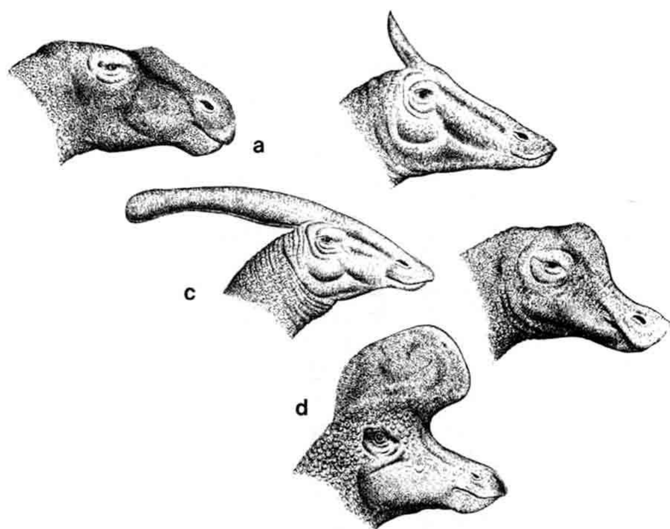
ilustración p. 74). El dedo pulgar de las manos tiene una gran garra puntiaguda que sobresale lateralmente; es probable que el animal la utilizara para defenderse de sus enemigos.

Otro ornitópodo inglés bien conocido es el *Hypsilophodon* («dientes de alta cresta»; véase lámina 4), que es parecido al *Iguanodon* pero mucho más pequeño y de complexión más liviana. Su longitud nunca sobrepasó el metro y medio, y la mitad de esta medida correspondía a la cola, mientras que su peso se mediría en kilos más que en toneladas. Como era tan pequeño y ligero es probable que se mantuviera erguido y caminara con las dos patas traseras mucho más de lo que lo hacía su pariente mayor. Se pensaba que vivía en los árboles, pero ya no se cree tal cosa. El *Hypsilophodon* también vivió en el Cretácico inferior, hace unos 115 millones de años. Curiosamente, todos los especímenes conocidos (alrededor de una veintena) proceden de un lugar concreto llamado Cowleaze Chine, en la costa sudoeste de la isla de Wight (Inglaterra). Entre las diferencias más notables con el *Iguanodon* figura la presencia de algunos dientes pequeños en la parte delantera de la mandíbula superior (perdidos en la mayoría de los ornitópodos) y la falta de un pulgar puntiagudo.

Los hadrosaurios o dinosaurios con pico de pato

Un grupo muy importante de ornitópodos, bastante diferentes de los «ordinarios» como el *Iguanodon*, es el de los hadrosaurios o dinosaurios con pico de pato. Un típico hadrosaurio es el *Anatosaurus* («lagarto pato»; véase lámina 5) del Cretácico superior hallado en el oeste de los EE.UU. Este reptil medía unos 9 metros de largo y 4 de alto, y pesaba unas tres toneladas. En su forma general era muy parecido al *Iguanodon*, pero con una cabeza larga y estrecha y un pico parecido al de un pato. Carecía de dientes en la porción anterior de las mandíbulas, pero en la posterior tenía muchos centenares de dientes trituradores dispuestos de manera muy complicada y formando lo que se ha dado en llamar una batería dental; los dientes se

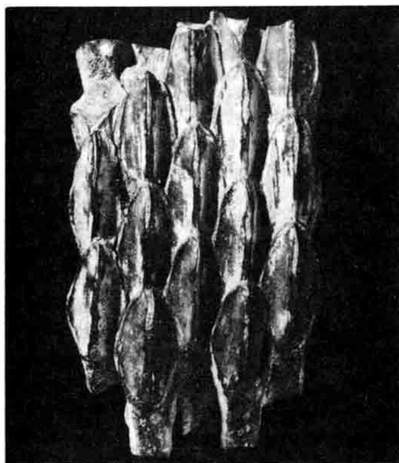
desgastaban continuadamente y siempre crecían otros para sustituirlos, por lo que es evidente que en la dieta de este dinosaurio figuraban alimentos duros y ásperos.

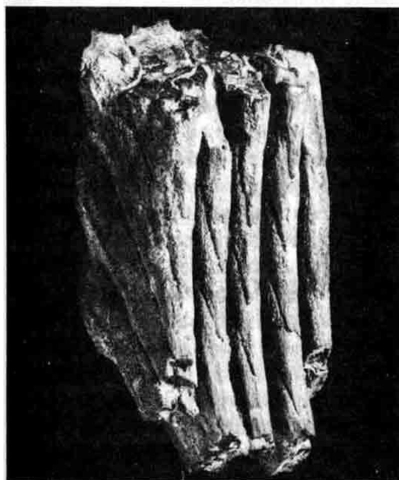


Cabezas de hadrosaurios con cresta, pertenecientes al Cretácico superior de Norteamérica occidental:
(a) Kritosaurus;
(b) Saurolophus;
(c) Parasaurolophus;
(d) Lambeosaurus;
(e) Procheneosaurus.

Los hadrosaurios, como el *Iguanodon*, caminaban probablemente a cuatro patas la mayor parte del tiempo. Tenían una fuerte cola aplanada que les debió de resultar muy útil cuando se sumergían en el agua. Entre los dedos de la mano tenían una membrana, lo que también sugiere que vivían en el agua. De hecho, hasta hace poco la creencia general era que los dinosaurios con pico de pato vivieron mayormente en lagos y pantanos (desde luego debió de ser un modo seguro de protegerse de carnívoros tan terribles como el *Tyrannosaurus*), pero en los últimos años han surgido dudas al respecto. Un par de estos dino-

saurios con pico de pato se han encontrado en un estado de momificación, con una clara impresión de la piel en la roca circundante y con el contenido del estómago todavía bastante bien preservado para que pudiéramos saber lo que había comido el animal (grandes cantidades de hojas de pino, junto con las ramitas, semillas y frutos de otras plantas terrestres).



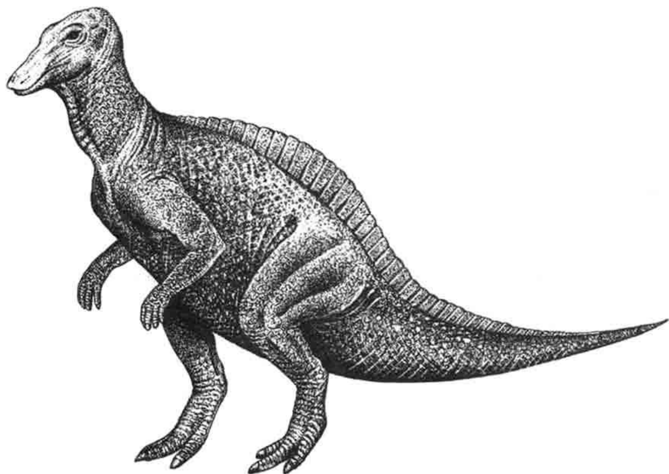


Parte de la «batería dental» de un dinosaurio con pico de pato, *Trachodon,* del Cretácico superior de Wyoming. Anchura del espécimen: 4,2 cm. *Arriba:* vista externa. *Abajo:* vista interna. La naturaleza compuesta de la batería, con los dientes superpuestos, es claramente visible a la izquierda.

Hubo muchas clases de hadrosaurios, todos ellos de constitución básica similar, pero con diferencias en ciertos detalles. La diferencia más visible radica en las extrañas crestas que algunos tenían encima de la cabeza, mientras que otros (como el *Anatosaurus)* carecían de ellas. Dichas crestas tenían muchas formas diferentes (véanse las figuras de la página anterior); algunas eran macizas, pero la mayor parte de ellas eran huecas. Por ejemplo, el *Corythosaurus* («lagarto con yelmo», véase lámina 6), que era bastante mayor que el *Anatosaurus* y pesaba casi 4 toneladas, tenía una cresta hueca en forma de casco que le cubría toda la parte superior del cráneo. La pregunta sobre la finalidad de tales crestas nunca ha sido respondida con certeza, aunque se han propuesto muchas soluciones, algunas de ellas bastante improbables. Por ejemplo, se ha supuesto que podrían constituir un almacén de aire para respirar bajo el agua, a fin de evitar que el agua o la arena llegaran a los pulmones, que podría ser la base de una probóscide o que proporcionarían puntos de fijación para los ligamentos y músculos que sujetaban y movían la pesada cabeza. Son mejores las respuestas que sugieren que servían para mejorar el sentido del olfato o que estaban relacionadas con la conducta social, sobre todo con el apareamiento. Esta última propuesta considera que podían utilizarse para emitir sonidos (tal vez una especie de trompeteo) o como signos visuales que les servían para reconocerse entre sí, o distinguir a qué sexo pertenecían o qué posición ocupaban en la jerarquía social. También es posible que los machos rivales las emplearan como armas y escudos para luchar entre ellos dándose cabezazos.

Una interesante variación del *Iguanodon,* descubierta en 1965, sugiere tendencias evolutivas hacia los hadrosaurios. En un yacimiento del Sahara meridional, en Nigeria, se localizó un verdadero «cementerio de dinosaurios», correspondiente a la parte más antigua del Cretácico inferior. Allí descubrieron los paleontólogos dos esqueletos completos de un esbelto y totalmente nuevo iguanodóntido al que llamaron *Ouranosaurus* («valiente lagarto monitor»). Este dinosaurio se caracterizaba por unas apófisis espinosas larguísimas en las vértebras del tronco y la cola (que formaban una elevada cresta a lo largo del

lomo y que podrían haber sujetado una «vela» intercambiadora de calor), y ya poseía varias características del cráneo propias de los hadrosaurios, entre ellas un hocico como el pico de un pato. Así pues, los *Ouranosaurus* probablemente estaban relacionados con los hadrosaurios primitivos.

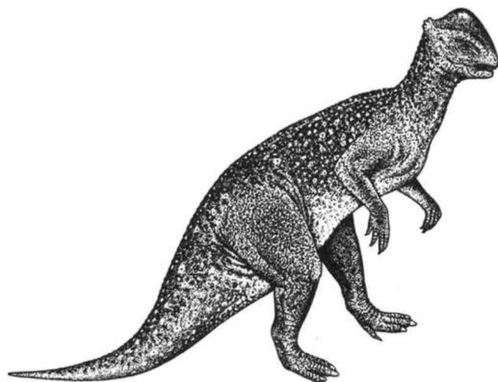


Ouranosaurus, un ornitópodo con «vela en la espalda» del Cretácico inferior de Nigeria. Longitud característica: 7 m.

Los psittacosáuridos o dinosaurios loro

Finalmente mencionaremos dos grupos muy exiguos de ornitópodos, los psittacosáuridos o dinosaurios loro y los paquicefalosáuridos o dinosaurios con cabeza en forma de cúpula. El *Psittacosaurus* («lagarto loro»; véase lámina 11) era uno de los del primer grupo; se encuentra en terrenos pertenecientes al Cretácico inferior de Mongolia y China, con una antigüedad de unos 110 millones de años. Este pequeño animal, de sólo 1,5 a 2,5 metros de largo, tenía un cráneo voluminoso que se estrechaba hacia adelante y un poderoso pico como el de los loros. Era sin duda un bípedo y usaba las manos para asir. Existen pruebas de que los psittacosáuridos estaban cerca

de la línea evolutiva que va de los ornitópodos a los ceratopios (los dinosaurios cornudos, que describiremos en el siguiente capítulo), y algunos especialistas preferirían clasificar a los psittacosáuridos dentro de los ceratopios en lugar de los ornitópodos. Pero las pruebas en favor de esta inclusión, aunque parecen razonables, no son concluyentes. Es interesante señalar que, si los dinosaurios cornudos procedían de algún dinosaurio bípedo estrechamente relacionado con los psittacosáuridos, debieron regresar secundariamente a una postura cuadrúpeda.



Stegoceras, dinosaurio con cabeza en forma de cúpula del Cretácico superior de Alberta.

Los paquicefalosáuridos

El *Pachycephalosaurus* («lagarto de cabeza gruesa»; véase lámina 5), es uno de los más típicos dinosaurios con cabeza cupuliforme o en forma de cúpula. Se ha encontrado en terrenos estadounidenses del Cretácico superior, pero existen formas emparentadas con él en Mongolia y posiblemente en la isla inglesa de Wight, que contiene estratos del Cretácico inferior. El *Pachycephalosaurus* era un gran ornitisquio bípedo, sólo su cráneo medía 60 centímetros de largo. La bóveda craneana está enormemente engrosada, con una superficie rugosa

y llena de protuberancias. Se ha pensado que también los machos de este grupo luchaban a cabezazos en la temporada de apareamiento, de forma parecida a como lo hacen los cameros y machos cabríos en nuestros días. Como hemos dicho al principio de este capítulo, es posible que los paquicefalosáuridos no sean ornitópodos, sino que constituyan un suborden independiente de omitisquios bípedos.

Parece razonable considerar que los ornitópodos ocuparon, hace aproximadamente cien millones de años, el mismo lugar en la naturaleza que ocupan los mamíferos con pezuñas en nuestro mundo moderno, sobre todo porque muchos de ellos, al igual que dichos mamíferos, parecen haber vivido en rebaños. Esta consideración también es aplicable a los omitisquios de los que nos ocuparemos en el siguiente capítulo.

XV. DINOSAURIOS CON CUERNOS, DINOSAURIOS CON PLACAS, DINOSAURIOS CON ARMADURA

Los miembros de estos tres grupos de dinosaurios omitisquios fueron totalmente cuadrúpedos y esta característica común los distinguía del cuarto grupo, los ornitópodos. Pero esta característica primitiva —quizás secundaria en los dinosaurios cornudos— no puede utilizarse como prueba de que la relación entre estos tres grupos fuera más estrecha que la existente entre cualquiera de ellos y los ornitópodos. Así pues, los consideramos juntos en este capítulo sólo por razones de conveniencia.

Los ceratopios o dinosaurios cornudos

Empezaremos describiendo al más conocido miembro de este grupo, el familiar *Triceratops* («rostro con tres cuernos»; véase lámina 5). Este animal era abundantísimo en Norteamérica occidental durante el Cretácico superior, hace de 70 a 65 millones de años. Podemos imaginar grandes rebaños de estos

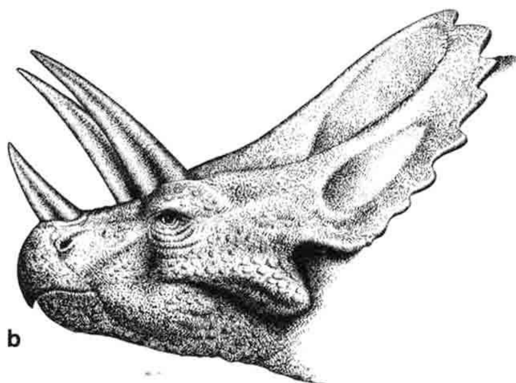
enormes animales parecidos a rinocerontes, de siete metros de largo y con un peso de ocho a nueve toneladas, que recorrían las llanuras y se alimentaban de la abundante vegetación. La cabeza era enorme, pues sólo el cráneo medía más de dos metros de largo. En la parte delantera de la mandíbula tenía un pico, y tras éste una serie de dientes cortadores. Sobre el hocico poseía un cuerno corto y grueso y por encima de los ojos un par de agudos cuernos de un metro de longitud dirigidos hacia adelante. En la parte posterior del cráneo, una gran gola ósea se prolongaba hacia atrás por encima del cuello y los hombros. Las patas eran gruesas y fuertes, con pequeñas pezuñas en vez de garras afiladas, y poseía una cola corta pero pesada. Todo el cuerpo estaba protegido por una piel correosa. Aunque eran herbívoros, estos dinosaurios eran muy capaces de defenderse y hasta los feroces *Tyrannosaurus* (que vivieron en la misma región y por la misma época) debían pensárselo dos veces antes de plantar cara a unos cuernos tan peligrosos. Parece ser que los *Triceratops* machos también luchaban entre sí (probablemente en la temporada de apareamiento), porque las golas de su cuello muestran con frecuencia las señales de heridas producidas en tales batallas.



Cabezas de dinosaurios cornudos, ambos del Cretácico superior de Norteamérica occidental:

(a) Monoclonius,

(b) Pentaceratops.



Otros muchos ceratopios vivieron en Norteamérica durante el Cretácico superior. Diferían entre sí principalmente por la disposición de los cuernos y la forma de la gola. El *Pentaceratops* («rostro con cinco cuernos») tenía tres cuernos como el *Triceratops*, y una prolongación ósea adicional en cada mejilla. El *Monoclonius* («vástago único») tenía un cuerno muy largo sobre el hocico, dos pequeños abultamientos en la frente y una gola corta con un gran orificio en cada lado. El *Styracosaurus* («lagarto pincho») también tenía un largo cuerno nasal, pero carecía prácticamente de cuernos frontales y la gola estaba decorada con seis largas púas que apuntaban hacia atrás, las dos últimas muy largas (véase figura p. 13). El *Chasmosaurus* («lagarto de abismo») tenía un pequeño cuerno nasal, cuernos frontales bastante grandes y una larga cola con orificios de gran tamaño. Bastante diferente de todos ellos era el *Pachyrhinosaurus* («lagarto de nariz gruesa»); este gran dinosaurio (véase lámina 8) carecía por entero de cuernos pero, en cambio, la parte superior del cráneo entre la nariz y los ojos estaba cubierta por una gruesa placa ósea.

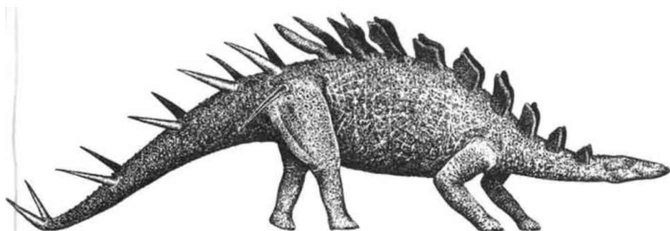
Retrocedamos ahora en el tiempo, de 70 a 90 millones de años atrás (todavía en el Cretácico superior). Los dinosaurios cornudos empezaban entonces su existencia, no sólo en Norteamérica, sino en lo que es ahora el desierto de Gobi en Mongolia, y eran tan primitivos que en lugar de cuernos poseían una simple protuberancia encima del hocico. El más conocido es el

Protoceratops («primer rostro cornudo»); medía tan sólo unos dos metros de largo (véase lámina 7) y no pesaba más de 180 kilos, es decir, que era muy pequeño para ser un dinosaurio ceratopio. El cráneo era relativamente enorme, y se estrechaba hacia adelante prolongándose en un pico parecido al de un loro. Al igual que en los ceratopios posteriores, el cráneo se extendía hacia atrás, formando una especie de gola ósea curvada que no sólo le protegía el cuello y la cruz, sino que también servía para la sujeción de los músculos de la poderosa mandíbula y del cuello. El cuerpo era corto y rechoncho.

El *Protoceratops* es un dinosaurio muy conocido; es interesante y al mismo tiempo insólito que se conozcan fósiles del mismo en diversas etapas de su crecimiento: huevos, recién nacidos, adolescentes y adultos. En el desierto de Gobi se han encontrado muchos huesos fosilizados, algunos de los cuales contienen incluso fragmentos fosilizados de huesos de embrión. Los huevos son de forma alargada, con una longitud de unos 20 centímetros, y sus cáscaras son rugosas (véase ilustración p. 30). Aún más interesante es el hecho de que se hallaran nidos fósiles, cubiertos por arena, que contenían hasta dieciocho huevos, dispuestos en tres círculos uno dentro de otro.



«Nido» con huevos de *Protoceratops,* del desierto de Gobi, Mongolia. Cada huevo mide unos 20 cm de largo.



Kentrosaurus, dinosaurio con placas del Jurásico superior de Tanzania. Longitud característica: 5 m.

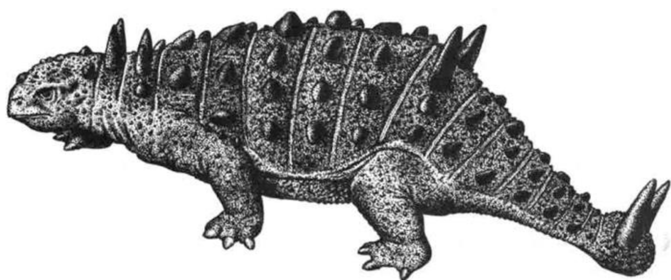
Los estegosaurios o dinosaurios con placas

El estegosaurio más conocido es el *Stegosaurus* («lagarto cubierto»; véase lámina 2), que ha dado nombre al grupo. Este dinosaurio vivió durante el Jurásico (hace 140 millones de años) en Norteamérica occidental, y se han encontrado formas emparentadas en otras partes —incluso en Inglaterra— en rocas de la misma época o un poco más antiguas; descubrimientos recientes sugieren que este estegosaurio sobrevivió —aunque a duras penas— durante la mayor parte del Cretácico. El *Stegosaurus* medía seis metros o más de longitud y habría arrojado en la báscula un peso de casi dos toneladas. La cabeza, diminuta y estrecha, de sólo 40 centímetros de longitud, poseía dientes pequeños y débiles y contenía un cerebro no mayor que una nuez. Las patas delanteras eran muy cortas y las traseras muy largas —más del doble de las primeras—, de modo que el animal se erguía a gran altura en las caderas. Pero el rasgo que hace al *Stegosaurus* instantáneamente reconocible es la doble hilera de enormes placas óseas que recorrían el lomo y la cola. Probablemente estaban dispuestas en zigzag y se alzaban casi verticales, si bien se ha pensado en fecha reciente que en realidad la disposición podría haber sido muy diferente y que permanecerían planas sobre la piel. Nadie sabe con exactitud para qué servían, pero de algún modo podrían haber ayudado al *Stegosaurus* a defenderse contra los ataques de carnívoros como el *Allosaurus.*

Otra sugerencia alternativa es que estas placas —en el caso de que estuvieran erectas— estaban muy bien regadas por vasos sanguíneos y actuaban como intercambiadores de calor, absorbiendo el calor del sol cuando la criatura estaba demasiado fría e irradiando el calor hacia afuera cuando el animal estaba demasiado caliente. En cualquier caso, al *Stegosaurus* probablemente le sería más fácil defenderse agitando su gruesa y fuerte cola como un látigo, cuyo extremo tenía dos pares de agudas púas, cada una de un metro de largo.

Los anquilosaurios o dinosaurios con armadura

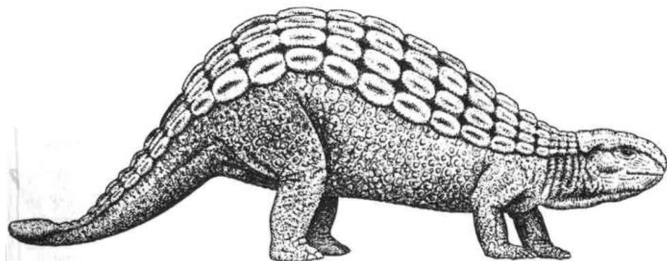
A pesar de una aparente expansión en su época —se han encontrado en diversas partes del mundo muy alejadas entre sí—, los estegosaurios menguaron considerablemente en el Cretácico. Por el contrario, el tercer grupo de omitisquios no ornitópodos —los dinosaurios con armadura o anquilosaurios, de los que sólo encontramos unos pocos vestigios en el Jurásico—, se hicieron mucho más abundantes. Uno de los primeros anquilosaurios fue el *Polacanthus* («muchas espinas»; véase lámina 4), del que se conoce un solo ejemplar hallado en un yacimiento del Cretácico inferior de 115 millones de años de antigüedad en la isla de Wight. A este espécimen le falta la cabeza, pero probablemente todo el animal mediría algo más de 4 metros. Su cuerpo era alargado, y sus extremidades robustas. Una doble hilera de espinas grandes, proyectadas hacia arriba, le recorría el lomo, un macizo escudo óseo le cubría las caderas, y una doble hilera de placas más pequeñas parecidas a las de los estegosaurios le protegían la cola.



Scolosaurus, dinosaurio con armadura del Cretácico superior de Alberta. Longitud: 6 m.

El *Hylaeosaurus* («lagarto de la selva»), uno de los tres dinosaurios descritos por Owen, es un anquilosaurio muy semejante al *Polacanthus*, único ejemplar de este género que se conoce, nunca ha sido extraído del bloque de Sussex donde se encontró hace casi 150 años, y por lo tanto todavía está parcialmente encajado en la roca. Últimamente, sin embargo, se ha completado ya un programa de extracción de la matriz de roca, mediante tratamiento con ácido acético, para demostrar o refu-

tar una reciente opinión de que el *Hylaeosaurus* y el *Polacanthus* son, de hecho, dos especímenes del mismo género; en cualquier caso, son de la misma época. Si pertenecen en efecto al mismo género, entonces debe utilizarse el nombre *Hylaeosaurus* para ambos, ya que es el más antiguo.



Ankylosaurus, dinosaurio con armadura del Cretácico superior de Norteamérica. Longitud: 4 m.

Un anquilosaurio posterior, y aún más acorazado que los descritos hasta aquí —un verdadero «tanque reptiliano»—, es el *Ankylosaurus* («lagarto rígido») del Cretácico superior, hallado en Norteamérica occidental. Con una longitud aproximada de 4,5 metros, tenía una cabeza ancha y roma, un cuerpo macizo, aún más ancho, y piernas cortas y fuertes. Todo su dorso —desde la cabeza hasta la cola— estaba cubierto por una armadura pesada pero flexible, formada por gruesas placas ovales de hueso, unidas entre sí por una piel correosa. El extremo posterior del cráneo se terminaba en dos pares de púas óseas piramidales, cortas pero afiladas, que se proyectaban a ambos lados de la cabeza. La cola, gruesa y robusta, terminaba en un gran mazo óseo. Dado que los dientes del animal eran romos y débiles, sin duda debía de defenderse de sus enemigos agazapándose y escondiendo las patas debajo del cuerpo. Entonces dirigía violentamente el mazo de la cola contra su atacante, con un efecto mortífero. Otras de las zonas donde se han encontrado anquilosaurios son Mongolia, India, Rumania y —muy recientemente— Queensland.

El Scelidosaurus

El último dinosaurio que vamos a describir, el *Scelidosaurus* («lagarto con extremidades»; véase lámina 3), no encaja exactamente en ninguno de los grupos mencionados hasta aquí. A menudo se le ha considerado como un estegosaurio primitivo, pero podría tratarse de un anquilosaurio primitivo, o podría no pertenecer a ninguno de estos dos grupos. Encontrado en Dorset, en estratos del Jurásico inferior (con unos 185 millones de años de antigüedad), era el dinosaurio ornitisquio más antiguo conocido hasta que se descubrió el *Heterodontosaurus* en 1962. El *Scelidosaurus* era un cuadrúpedo de complexión pesada, de unos cuatro metros de longitud, con la cabeza pequeña y mandíbulas débiles. Su rasgo más notable es la armadura de macizas placas óseas empotradas en la piel, especialmente en la parte central del cuello, lomo y cola; algunas de las placas tienen una forma muy complicada. En la actualidad, el espécimen hallado en Dorset —se ha encontrado otro ejemplar en el Tíbet— se está extrayendo de la roca por medios químicos, y confiamos en que pronto sabremos mucho más de su anatomía, y por consiguiente de sus relaciones de parentesco de lo que sabemos hasta ahora. En realidad, podemos decir que con frecuencia aprendemos más de nuestros viejos especímenes, estudiados con los métodos modernos, que de los nuevos recién descubiertos.

XVI. LOS DINOSAURIOS Y LA «SANGRE CALIENTE»

En el capítulo IX hemos mencionado el hecho desafortunado de que, cuando un animal fósil se asigna a una clase particular, la gente tiende a suponer de modo automático *y sin justificación* que tenía todas las características propias de los miembros modernos de esta clase. Así, tras haber decidido que ciertos fósiles deberían recibir la denominación de mamíferos debido a las características de sus esqueletos (sobre todo de sus mandíbulas inferiores), suele darse por sentado que cuando estos animales vivían poseían todas las demás características de

un mamífero moderno, incluida la temperatura constante (o, como suele decirse vulgarmente, la «sangre caliente»). De la misma manera se supone también que cualquier animal clasificado como reptil poseía todas las demás características de un reptil moderno, incluida la temperatura variable («sangre fría»). Esto se aplica a *todos* los reptiles fósiles, tanto si estaban en camino de transformarse en mamíferos o aves como si no.

No hay duda de que los dinosaurios, a juzgar por sus esqueletos, fueron reptiles. En consecuencia, se creía (sin ninguna razón, aunque esto no supone necesariamente que fuese una creencia errónea) que los dinosaurios debieron tener temperatura variable igual que todos los reptiles de hoy. Todo el mundo dio esto por sentado y nadie lo puso en tela de juicio. Pero hace unos treinta años empezó a aparecer un punto de vista diferente: los dinosaurios podrían haber tenido temperatura constante. Al principio nadie hizo mucho caso, pero últimamente los científicos publican cada vez más artículos sobre este problema. Algunos afirman rotundamente que los dinosaurios fueron de sangre caliente, otros declaran lo contrario con idéntica firmeza, y el asunto se debate hoy acaloradamente en reuniones y publicaciones científicas. Los paleontólogos más prudentes se limitan a permanecer al margen y dicen que de momento no puede darse una respuesta a esta cuestión, pues unas pruebas apuntan en un sentido y otras en el contrario.

Formulémonos la pregunta: ¿cuál es la ventaja de poseer temperatura constante? Un vertebrado terrestre no puede mostrarse muy activo a menos que esté caliente. Cuando decimos que un mamífero es de sangre caliente, decimos en realidad que lo es *constantemente*; produce su propio calor quemando alimentos en sus músculos, y evita que ese calor se escape por medio de un aislamiento externo de pelaje o quizá con grasa debajo de la piel. Por otro lado, cuando decimos de un reptil que es de sangre fría, queremos decir que depende del mundo exterior para calentar su cuerpo. Por ejemplo, tras una noche fría, un lagarto tiene que pasarse la mañana bajo el sol hasta que absorbe el calor que le es necesario. En consecuencia, el animal de temperatura constante puede permanecer activo durante toda la noche en tiempo frío, incluso durante un largo y

frío invierno, y puede vivir en países que son demasiado fríos para los animales de temperatura variable. También pueden producir energía con más rapidez que un animal de sangre fría, aunque este último esté muy caliente, y puede seguir produciéndola durante más tiempo. Por lo tanto, puede ser más activo durante más tiempo incluso en condiciones frías, y puede por ello obtener y comer más alimentos. Como contrapartida, este animal de temperatura constante *necesita* mucho más alimento en tiempo frío para producir el calor necesario. Algunos anfibios de «sangre fría» y reptiles evitan las dificultades de un invierno largo y frío entrando en un estado de hibernación, tiempo durante el cual usan muy poca energía. Algunos mamíferos de «sangre caliente» también hibernan si el suministro de alimento es insuficiente para mantener su temperatura corporal, y pasan, efectivamente, a tener «sangre fría» mientras dura el invierno.

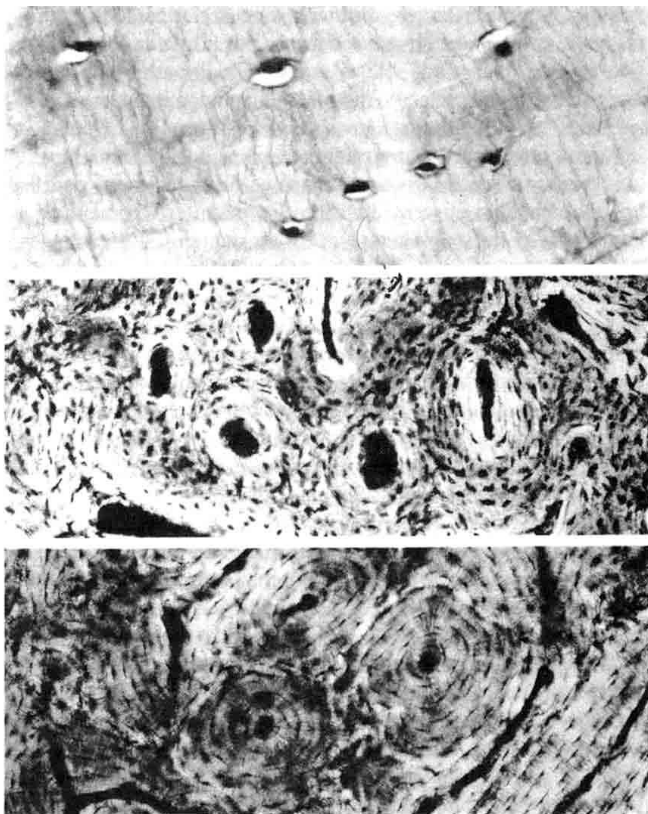
Echemos ahora un vistazo a algunas de las razones que se han aducido para sostener la creencia de que los dinosaurios eran de «sangre caliente». He aquí, a grandes rasgos, el primer argumento en el que se pensó. Tanto los primeros dinosaurios como los primeros mamíferos aparecieron más o menos por la misma época (Triásico superior; véase cap. IV); y fueron los dinosaurios, y no los mamíferos, los que se convirtieron en los predominantes entre los animales terrestres durante los siguientes 140 millones de años. Los mamíferos eran de sangre caliente y, sin duda, poseer temperatura constante es una gran ventaja. Los dinosaurios no podrían haber obtenido la supremacía sobre los mamíferos a menos que también hubieran tenido temperatura constante.

Una de las características más sorprendentes del dinosaurio es la forma en que se mantenía erguido o corría, con las patas en un plano vertical debajo del cuerpo. Es diagnóstico inequívoco de los dinosaurios esta postura «plenamente mejorada» y la andadura a la que nos hemos referido en el capítulo I. Ésta no es en absoluto la postura extendida de la mayoría de los reptiles modernos, con el vientre rozando el suelo y las patas proyectadas a los lados, especialmente visible cuando el reptil descansa. En realidad, la postura del dinosaurio debió de

ser muy parecida a la del moderno mamífero corredor, como un perro. Los únicos animales —aves y mamíferos— hoy vivientes con la postura de las patas «totalmente erecta» son *todos* de sangre caliente, a partir de lo cual se puede suponer que los dinosaurios también debieron ser de sangre caliente.

Además, los dinosaurios tenían largas patas, y no sería nada útil tenerlas así si no las usaran para la carrera rápida. Para mantener una elevada velocidad durante una distancia larga, el animal ha de producir una gran cantidad de energía, y debe seguir produciéndola durante largo tiempo. Se dice que sólo los animales con temperatura constante pueden hacer tal cosa; los animales con temperatura variable pueden producir energía con rapidez y pueden correr muy rápido, pero sólo en cortos tramos.

Existen otras teorías por las que los dinosaurios parecen más bien mamíferos corredores modernos que reptiles modernos. Por ejemplo, puede haber cierta similitud en la estructura microscópica de sus huesos. El hueso del dinosaurio, como el del mamífero, está provisto de más vasos sanguíneos que, digamos, los de un lagarto o un cocodrilo.



Secciones vistas al microscopio de tejido óseo de lagarto *(arriba)*, dinosaurio *(centro)* y mamífero *(abajo)*. El hueso de lagarto está más aumentado que los otros dos; los «agujeros» contenían células óseas y corresponden a los *pequeños* agujeros negros en las otras. Tanto los dinosaurios como los mamíferos (pero no los lagartos) poseen dentro del hueso conductos por los que discurren los vasos sanguíneos.

Un nuevo argumento aducido recientemente afirma que un carnívoro de sangre caliente necesita mucha más carne que un carnívoro de sangre fría como «combustible» para el mantenimiento de su temperatura y por su vida más activa. Esto significa que una cantidad determinada de carne (por ejemplo, una

cantidad concreta de animales de presa muertos por los carnívoros) no abastecería ni mucho menos a tantos carnívoros de sangre caliente como lo haría a los de sangre fría. Así pues, podríamos contar todos los grandes animales fósiles hallados en un estrato determinado, carnívoros y animales de presa por separado, y calcular a los primeros como un porcentaje del conjunto; un pequeño porcentaje de carnívoros significaría que debieron de ser ávidos comedores de carne y, en consecuencia, de temperatura constante, mientras que un elevado porcentaje significaría que debieron de tener modestos apetitos y, presumiblemente, temperatura variable. En teoría, ésta es una idea interesante, pero en la práctica, sencillamente no funciona. La proporción de carnívoros de presa en una muestra fósil está afectada por tantos otros factores que no hay manera de que pueda damos una indicación verdadera de la proporción de carnívoros entre los animales vivos de la época. Por ejemplo, algún tipo de animal puede haberse fosilizado mucho más fácilmente que otro; tal vez porque solía morir en los pantanos más que en la tierra firme, quizá porque su carne tenía un sabor desagradable, de modo que los otros animales evitaban sus cadáveres, o quizá porque sus huesos eran mucho más recios y más resistentes a magulladuras y deterioro. Además, la persona que recogió los fósiles podía haber sido un especialista en una clase determinada y no se molestó en recoger los especímenes que no le interesaban. Finalmente, supongamos que la población viva de los predadores permaneció fija en determinada cantidad. Entonces resulta obvio que cuanto más viviera cada animal, menos habrían muerto cada año y más pequeño habría sido el número de esqueletos que podían fosilizarse.

En cualquier caso, hay muchos paleontólogos que no aceptan la clase de pruebas que acabamos de revisar. No sólo encuentran lagunas en ellas, sino que presentan pruebas que apuntan en la dirección contraria. Así, se arguye que un animal voluminoso —como lo fueron la mayoría de los dinosaurios—, puede mantener la temperatura del cuerpo bastante constante sin tener que producir su propio calor corporal y sin ningún aislamiento exterior, en razón simplemente de su mismo tamaño. Desde luego, la temperatura del cuerpo subirá y bajará

según el aire circundante sea más cálido o más frío, pero lo hará muy lentamente; y si el animal vive en un clima cálido que cambia muy poco, entonces las variaciones de su temperatura corporal serán tan pequeñas que apenas se notarán.

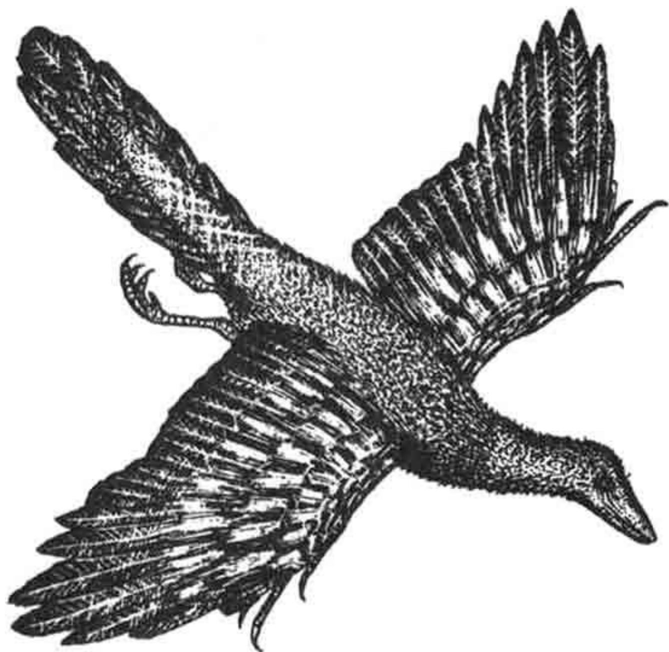
Sin embargo, este razonamiento no se puede aplicar si éstos fueron de «sangre fría», y por el mismo motivo los dinosaurios recién nacidos no podrían haber mantenido constante la temperatura de su cuerpo pues eran pequeños, carecían de toda protección externa y, por lo que sabemos, sus padres no les transmitían el calor necesario.

También se ha dicho que el pequeño tamaño del cerebro de los dinosaurios comporta una forma de vida bastante perezosa y, por lo tanto, una temperatura del cuerpo variable.

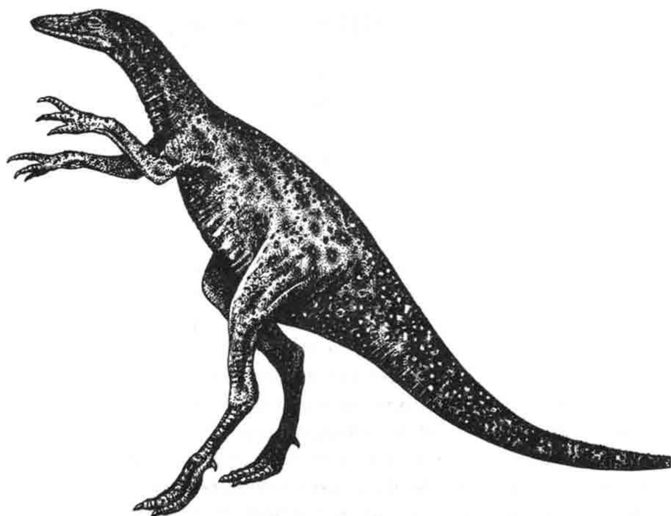
En conclusión, es interesante señalar que las mismas pruebas han sido utilizadas por ambos bandos para «demostrar» sus puntos de vista opuestos. Los dinosaurios saurópodos tenían cuerpos enormes, cabezas pequeñas y dientes débiles. Se ha afirmado que tales animales no podían haber comido el alimento suficiente para obtener la energía necesaria que les hubiera permitido mantener elevada su temperatura corporal. ¡Pero también se ha dicho que sólo animales de sangre caliente habrían tenido la energía suficiente para permanecer en pie durante horas recogiendo las enormes cantidades de alimento que necesitaban!

XVII. LOS DINOSAURIOS Y LAS AVES

La mayoría de la gente cree que los dinosaurios tienen escaso parecido con las aves. Pero también es cierto que un dinosaurio avestruz tiene cierta similitud con un avestruz y que un dinosaurio de pico de pato nadando en un lago podría parecer, a cierta distancia, un pato gigantesco. Además, tanto las aves como los dinosaurios ponen (o ponían) huevos, disponiéndolos en nidadas. ¿Pueden significar estas similitudes que existe alguna relación entre los dos grupos?



Archaeopteryx planeando.



Compsognathus, un celorosaurio del Jurásico superior de Alemania meridional. Longitud aproximada: 65 m.

La respuesta a esa pregunta es, desde luego, negativa. Las similitudes mencionadas son puras coincidencias. Sin embargo, parece que puede haber una estrecha relación entre dinosaurios y aves, más cercana de lo que nadie intuyó hasta hace algunos años. En efecto, existe hoy una respetable teoría según la cual las aves son los descendientes directos de dinosaurios celurosaurios, los pequeños bípedos de complexión ligera y carrera rápida de los que hemos hablado en el capítulo XII. Se ha dicho que las aves *son* dinosaurios que existen todavía hoy.

Antes de que comentemos esta interesante idea con más detalle, debemos referimos al *Archaeopteryx* («ala antigua»), que es el ave fósil más antigua conocida. Vivió hace mucho tiempo, en el Jurásico superior, hace de 150 a 145 millones de años. Los dos primeros especímenes se encontraron en el sur de Alemania en 1861 y1877, y durante casi un siglo no se descubrió ninguno más. Pero recientemente han aparecido otros tres, de modo que ahora tenemos cinco en total.

Lo que resulta especialmente interesante del *Archaeopteryx* es que parece un reptil que se encuentra en el proceso de

evolución hacia un ave, o, para decirlo al revés, como un ave que no ha completado aún su cambio a partir de antepasados reptilianos. Más sencillamente, muestra una mezcla de características reptilianas y semejantes a las de las aves.



El *Archaeopteryx* exhibido en el Museo de Ciencias Naturales de Berlín (RDA). La distancia entre la punta de los metacarpos izquierdos y el último hueso de la cola es de 35 cm.



Porción Inferior de la plumosa cola del *Archaeopteryx* del Museo de Historia Natural de Londres.



El pie izquierdo del *Archaeopteryx* de Londres. Se observa que el primer dedo es oponible.

Los rasgos de ave más notables del *Archaeopteryx* son las plumas y la reunión de las clavículas para formar una especie de horquilla, dos características que son absolutamente típicas de las aves y que jamás se han hallado en ningún otro animal. Las plumas están preservadas sólo como impresiones en la misma piedra caliza de grano fino en la que estaban incluidos los fósiles. Sin embargo, en su disposición y estructura, incluso al microscopio, son iguales que las plumas de un pájaro moderno. Debido a estas plumas se clasifica al *Archaeopteryx* como un ave. La horquilla o fúrcula formada al unirse las dos clavículas a la altura de la pechuga es un hueso conocido por

todos aquéllos que prestan atención a los huesos cuando comen pollo. En los demás animales, las dos clavículas permanecen separadas. En el *Archaeopteryx* la horquilla no forma un ángulo tan cerrado como en un pollo, sino que tiene una forma más parecida a un bumerang. El *Archaeopteryx* también tiene alas, un pie apropiado para posarse y el pubis apuntando hacia abajo y hacia atrás (como el de los dinosaurios con «cadera de ave» a que nos hemos referido en el capítulo X, pero el parecido es puramente superficial).

Por otro lado, el *Archaeopteryx* ha mantenido gran número de las características de reptil que los pájaros de hoy ya no poseen. La más notable de todas es la larga cola ósea, con grandes plumas dispuestas a cada lado. (Algunas aves modernas parecen tener largas colas, pero sólo están formadas por plumas; si se las arrancamos, no queda nada excepto el obispillo.) Otra diferencia importante es que el *Archaeopteryx* aún tiene dientes, mientras que ningún pájaro viviente los tiene, sino que todos presentan un pico córneo. El miembro delantero o ala tiene tres dedos con garras en su extremo, que la mayor parte de las aves modernas han perdido casi por entero. Existen otras diferencias, demasiado numerosas para mencionarlas.

Al mismo tiempo, existe un número igualmente grande de características de ave que el *Archaeopteryx no* posee. Una de ellas es una fuerte quilla en el esternón para sujetar los poderosos músculos voladores (la carne blanca de la pechuga del pollo constituye los músculos voladores, mientras que la placa ósea entre esos músculos es la quilla); pero no todas las aves los tienen. Otra es los espacios aéreos dentro de los huesos (que ayudan a aligerar el peso del animal) y, por último, un cerebro agrandado.

Aun así hay pocas dudas de que el *Archaeopteryx* sea un ave; pero evidentemente un ave muy primitiva, con muchas características todavía de reptil y con la ausencia de muchos caracteres de los pájaros modernos. La pregunta importante es: ¿de qué reptiles en concreto procedían?

No es nueva la idea de que evolucionaron de los dinosaurios celurosaurios, idea que se planteó hace muchos años, pero en aquella época la mayoría de los estudiosos estuvo de

acuerdo en que no podía ser correcta porque el *Archaeopteryx* tenía una horquilla —los dos huesos de la clavícula soldados entre sí— y se creía que todos los dinosaurios habían perdido sus clavículas. Un dinosaurio sin ellas difícilmente podría haber dado origen a un *Archaeopteryx* que aún poseía esos elementos, aunque algo modificados para formar una horquilla.

Pero recientemente esta vieja idea ha vuelto a circular, puesta al día. Ahora se sabe que algunos dinosaurios —celurosaurios— tienen clavículas, y aunque estos huesos no se han encontrado en los fósiles, no significa por fuerza que el animal viviente no los poseyera. Es posible que los tuviera y que hasta la fecha no se haya descubierto ninguno; o tal vez estas clavículas eran sólo de tejido conectivo blando, no propiamente hueso, y por ello nunca se fosilizaron. Parecería así que la principal objeción a la teoría del dinosaurio —la *única* objeción— ha desaparecido.

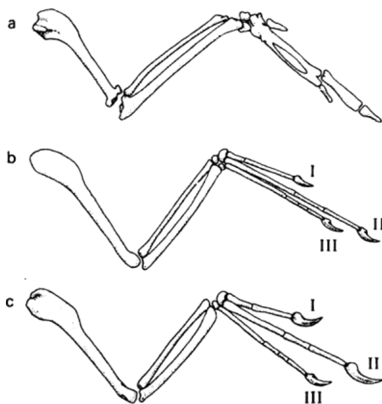
También se ha afirmado que el esqueleto de las extremidades delanteras del *Archaeopteryx* no se parece en nada al ala de un ave moderna sino que es misteriosamente, en todos sus detalles, como los miembros delanteros de un celurosaurio. Sin embargo, no hay duda de que el *Archaeopteryx* podía aletear; sus plumas de vuelo eran asimétricas, como las de las aves voladoras modernas, al contrario de los simétricos cañones de las no voladoras. Se dice que el pie no es apropiado para posarse, sino que tiene casi con exactitud la misma estructura que el pie corredor de los celurosaurios; y el pubis no parece dirigido hacia abajo y hacia atrás, sino que está casi en línea recta hacia abajo. Las únicas características de ave importantes que le han quedado al *Archaeopteryx* son las plumas y la horquilla.

En conjunto, se asegura que el esqueleto de *Archaeopteryx* se parece al de un celurosaurio en veintiuna características específicas. Incluso se ha dicho que el *Archaeopteryx* no es más que un celurosaurio con plumas. Esto parece casi cierto, pues uno de los más recientes especímenes de *Archaeopteryx* (hallado en 1951) era, según se creía, un pequeño esqueleto de celurosaurio hasta que alguien más de veinte años después observó las impresiones de sus plumas. Algunos especialistas

consideran que las similitudes entre el *Archaeopteryx* y los celurosaurios son tantas y tan detalladas que no *todas* pueden ser coincidencias y, por lo tanto, creen que el *Archaeopteryx y* todas las aves posteriores evolucionaron de dinosaurios celurosaurios.



Parte delantera de la mandíbula superior del *Archaeopteryx* de Londres. Se observan cinco dientes, cada uno de los cuales mide unos 12 mm de longitud.

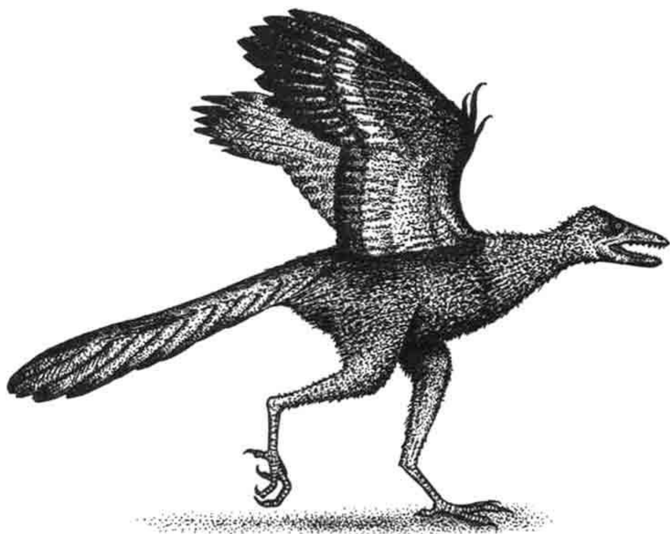


Esqueleto de las extremidades delanteras de:

(a) un ave moderna (cuervo);

(b) Archaeopteryx,

(c) el dinosaurio *Deinonychus*.



Reconstrucción del *Archaeopteryx* corriendo.

Esta creencia, sin embargo, no carece de problemas, y hay una considerable minoría de reputados expertos que la consideran inaceptable. Una opinión alternativa (la convencional, mantenida casi universalmente hasta hace muy pocos años) es la de que las aves evolucionaron directamente de los tecodontos; otra es que el origen de las aves está más estrechamente conectado con los crocodilios más primitivos que con los dinosaurios. Resulta bastante paradójico que ya nadie siga sosteniendo que los parientes más cercanos de las aves pudieran ser los dinosaurios con «cadera de ave».

Otro interrogante no menos importante es: ¿cómo empezaron a volar las aves? Aquí nos encontramos con dos ideas del todo diferentes. Una es la de que los antepasados de los pájaros eran capaces de trepar a los árboles, quizá incluso vivían en las ramas. Pronto aprendieron a saltar de una rama a otra. Entonces empezaron a usar las extremidades anteriores extendidas (quizá ya con plumas) como paracaídas para evitar su caída; el próximo paso fue el planeo y, por fin, descubrieron cómo mover sus extremidades delanteras arriba y abajo para emprender

el vuelo por medio del aleteo. La idea contraria es que los antepasados de las aves eran bípedos corredores (lo cual encaja mejor con la creencia de que las aves evolucionaron de dinosaurios celurosaurios) y que, por una u otra razón, extendieron las extremidades delanteras para correr, obteniendo finalmente suficiente «impulso ascensional» para levantarse del suelo. No hace mucho se ha sugerido que los antepasados del *Archaeopteryx* empezaron a usar sus extremidades delanteras provistas de plumas a fin de atrapar los insectos de los que se alimentaban. Hay muchos argumentos en pro y en contra de la teoría del «salto entre los árboles» y la de la «carrera por el suelo». Los científicos todavía las discuten con calor y, para ser sinceros, todavía nadie ha proporcionado una prueba absolutamente convincente en uno u otro sentido.



Reconstrucción del *Archaeopteryx* posado en una rama.

No obstante, según otra idea al respecto, las primeras aves voladoras sólo emprendieron el vuelo a desgana y haciéndolo muy mal. Corrían en posición bípeda a lo largo de las ramas para escapar de los predadores que les perseguían, arrojándose torpemente al aire y agitando erráticamente las extremidades delanteras hasta llegar al sotobosque. La ventaja de esta clase de comportamiento era que su mismo carácter impredecible dejaría perplejo al cazador y mejoraría las oportunidades que tenía el ave de evitar la captura. Tras unos principios tan poco impresionantes, la teoría sigue afirmando que la selección natural favoreció a los individuos que pudieran volar más lejos,

aterrizar no demasiado cerca del predador y, de esta manera, el proceso evolutivo podía mejorar mucho la potencia de vuelo.

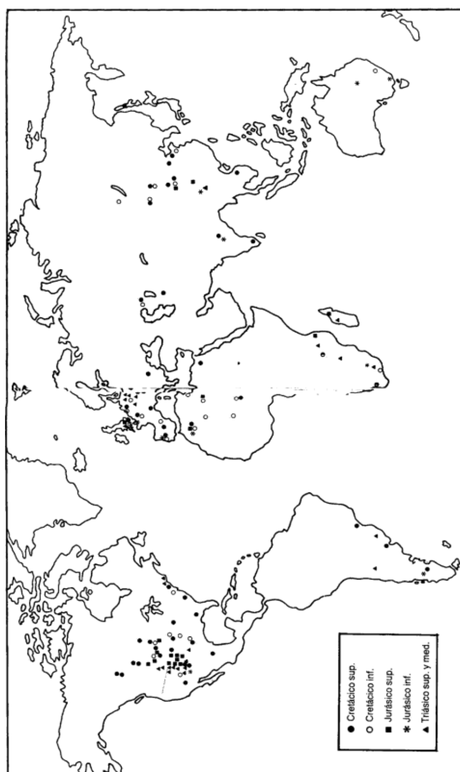
La teoría recién formulada de que las aves evolucionaron de dinosaurios celurosaurios ha llevado a algunos de sus seguidores a proponer ciertos cambios en la clasificación de todos estos animales. Cada uno ha presentado su propio proyecto, pero la idea general ha sido la de colocar a las aves y a los dinosaurios (en algunos casos todos los dinosaurios, mientras que en otros sólo los terópodos) en el mismo grupo. Este grupo combinado de animales estrechamente relacionados podrían denominarse «dinosaurios» o «aves», al gusto de cada cual. No obstante, cabe señalar que esta nueva clasificación requiere la aceptación de dos o tres ideas bastante insólitas: que los dinosaurios dieron origen a las aves; que al igual que éstas, eran de sangre caliente y que, si los englobamos a *todos*, los dinosaurios sólo forman un grupo único en vez de dos. Dado que ninguna de estas ideas ha obtenido todavía aceptación general —y es posible que esto no ocurra nunca— en consecuencia las nuevas clasificaciones sugeridas son irremediablemente prematuras y no pueden ser tomadas en serio. En cualquier caso, la mayoría de los investigadores hace caso omiso de ellas. Después de todo, ¿tiene algún sentido llamar ave al *Tyrannosaurus rex* o dinosaurio a un gorrión? Si cuajara la última idea, tal vez tendríamos que cambiar algunos de nuestros refranes y decir por ejemplo que «más vale dinosaurio en mano que ciento volando», o «dinosaurio de paso, ¡trancazo!». El gorjeo de los dinosaurios nos despertaría temprano por la mañana, visitaríamos la sección de los dinosaurios en el zoo para verlos llenos de actividad revoloteando de flor en flor, y terminaríamos nuestra excursión almorzando un dinosaurio a la naranja en el restaurante. Pero la verdad es que no hemos de temer que prevalezcan tales absurdos. El sentido común y el uso popular influyen mucho más en el lenguaje que la pedantería científica, sobre todo cuando ésta carece de base sólida.

XVIII. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

En el capítulo VII ya hemos explicado que los restos de dinosaurios sólo se encuentran en las rocas sedimentarias formadas desde el Triásico superior hasta el Cretácico superior, es decir, entre unos 205 millones y 65 millones de años atrás; y también hemos explicado que generalmente se encuentran en sedimentos formados en agua dulce o en tierra firme, muy raramente en el mar. Parece que los dinosaurios estuvieron ampliamente distribuidos en el mundo Mesozoico, pues se han encontrado en todos los continentes actuales (excepto en la Antártida, donde, como ya hemos indicado, probablemente yacen bajo el hielo con pocas esperanzas de ser descubiertos en un futuro próximo). En consecuencia, el mapa de los lugares donde pueden encontrarse dinosaurios se corresponde con el mapa de las regiones en que las rocas mesozoicas afloran a la superficie. Las áreas del mundo donde se encuentran los depósitos más importantes de dinosaurios se mencionan en el capítulo VI y se indican en el mapa de la página siguiente.

Sin embargo, esto no significa que no existieran dinosaurios en otras partes del mundo. Rocas mesozoicas con fósiles de dinosaurios se encuentran debajo de otros estratos de rocas más jóvenes; y también puede ocurrir que esas rocas estuvieran presentes en otro tiempo *encima* de rocas más antiguas ahora situadas en la superficie, pero fueron removidas hace mucho tiempo por los levantamientos y la erosión. Teniendo en cuenta todos estos factores, y sin olvidar que los dinosaurios fueron animales terrestres, casi con toda certeza incapaces de cruzar amplias extensiones de mar, es evidente que su distribución —no sólo la de los dinosaurios considerados como un conjunto, sino las diferentes distribuciones de las clases concretas de dinosaurios— puede darnos algún indicio de la disposición que tenían los continentes cuando esos animales vivían, y también puede darnos alguna indicación de los climas de esos continentes en aquel tiempo. (La distribución de los dinosaurios, naturalmente, debe estudiarse en conjunción con la distribución de otros fósiles contemporáneos, vertebrados e invertebrados, tanto plantas como animales, marinos, de agua dulce y terrestres.) E inversamente, nuestro conocimiento de la geografía y de cualquier época particular —la paleogeografía— debería

ayudarnos a comprender la pauta de distribución de los dinosaurios.



Mapamundi con los lugares más importantes donde se han encontrado restos de dinosaurios. No hay indicación de abundancia relativa, de modo que algunos símbolos representan áreas muy ricas en dinosaurios, mientras que otros representan lugares donde se ha descubierto un solo fragmento óseo.



Mapa del mundo como era hace 200 millones de años, durante el Triásico superior. Las zonas grises alrededor de los bordes de los continentes (en negro) corresponden a las plataformas continentales.

Para ser sinceros, hemos de admitir que la distribución de los dinosaurios y sus antepasados inmediatos, los tecodontos, no es especialmente útil a este respecto (excepto en el Cretácico superior, como detallamos abajo). Hace veinticinco años parecía que las respectivas faunas del Triásico de los hemisferios septentrional y meridional eran características y totalmente distintas entre sí, lo cual sugería que vivían en dos grandes masas terrestres, «Laurasia» (Norteamérica, Europa y Asia) y «Gondwana» (Sudamérica, África, Arabia, Madagascar, India, Australia, Nueva Zelanda y la Antártida), separadas por una barrera geográfica infranqueable: probablemente un mar que se extendía al este y el oeste (llamado Tethys). Por ejemplo, tecodontos muy similares del Triásico medio de Brasil y Tanzania pertenecían a una familia (prestosúquidos) desconocida en el hemisferio septentrional, mientras que, a la inversa, miembros de otra familia (estagonolepídidos) se habían hallado con bastante frecuencia en el Triásico superior de Estados Unidos (sudoeste y este), en Escocia y Alemania, pero no en el sur del Ecuador. Sin embargo, este estado de cosas no duró. Las pruebas negativas, la ausencia de prestosúquidos en el hemisferio norte y de estagonolepídidos en el sur, fueron desautorizadas

más tarde por inequívocos descubrimientos en Suiza y Argentina respectivamente.



Mapa del mundo como era hace 160 millones de años, durante el Jurásico medio.

Nuevos descubrimientos hicieron cada vez más evidente que no existe una diferencia esencial entre las faunas del Triásico de Laurasia y de Gondwana. En consecuencia, podemos suponer que los antepasados de los dinosaurios en tiempos del Triásico, y en el Triásico superior los mismos dinosaurios, podían caminar sin obstáculo de un supercontinente al otro. Esto implica que ambas masas continentales estaban conectadas de algún modo, que ni el Tethys ni ninguna otra barrera geográfica —como una impenetrable cadena montañosa— las separaba por completo. (La figura de la pág. anterior es un mapa del mundo en el Triásico, reconstruido por los paleogeógrafos según las mejores pruebas disponibles; muestra la conexión entre Laurasia y Gondwana por lo que ahora es la región del Atlántico norte y central, entre Norteamérica y España a un lado y Sudamérica y África al otro.) La naturaleza cosmopolita de la fauna dinosauria muestra también que no hubo barreras climáticas (cinturones de extremo calor o frío, lluvias o sequías, con la consiguiente falta de alimentos vegetales apropiados) que

igualmente hubieran podido ocasionar la total separación de los dinosaurios en dos grupos diferentes.



Mapa del mundo como era hace 100 millones de años, durante el Cretácico medio.

Hasta fecha muy reciente, se aceptaba, en general y sin ponerlo en tela de juicio, que las faunas dinosaurias del Jurásico y Cretácico eran, como las del Triásico, más o menos uniformes en todas las partes del globo. Se habían encontrado restos de dinosaurios en casi todo el mundo, incluso en lugares como Alaska y Spitzbergen. También se había afirmado que restos hallados en regiones ahora muy separadas (tales como Colorado y Tanzania, Argentina y Madagascar, Alberta y Mongolia) pertenecían al mismo género. Esto implicaba no sólo que todas las principales masas terrestres estaban interconectadas de algún modo durante todo el Mesozoico, sino también —dado que casi todo el mundo aceptaba sin duda que los dinosaurios eran de sangre fría— que el clima era cálido, hasta el final del Cretácico, en todas partes, incluso en lugares que ahora están dentro del Círculo Polar Ártico. También parecía probable que hubiera poca diferencia de temperatura entre verano e invierno.



Mapa del mundo como era hace 80 millones de años, durante el Cretácico superior. Los mares epicontinentales (punteados de blanco) dividían la antigua Laurasia en Asiamérica y Euramérica.

Por lo que respecta al Jurásico esto puede ser que fuera cierto. Hay que admitir que un incipiente Atlántico central empezaba entonces a separar Laurasia de Gondwana y que los dos supercontinentes empezaban a separarse. Sin embargo, parece que los animales terrestres todavía podían emigrar entre Norteamérica y África a través de Europa, pues los dinosaurios del Triásico superior hallados en la Formación Morrison de Colorado, Dakota del Sur y estados vecinos son notablemente similares a los de Tendaguru en Tanzania (ambas faunas incluían, según se afirma, a los gigantescos saurópodos *Barosaurus* y *Brachiosaurus,* y el pequeño ornitópodo *Dryosaurus).* También parece probable que existiera una buena ruta terrestre entre Siberia y Alaska.

Pero recientes estudios han mostrado que en el Cretácico la imagen no es tan sencilla y para concretarla los dinosaurios contribuyen básicamente a nuestras especulaciones paleogeográficas. Es de poca utilidad prestar demasiada atención a grupos de dinosaurios que ya estaban establecidos en todo el mundo en tiempos del Jurásico, los cuales evidentemente serían capaces de seguir viviendo en todas las partes del mundo durante el Cretácico, tanto si se mantenían o no las conexiones

entre esas partes. Pero, por otro lado, hay otros grupos de nuevos dinosaurios en el Cretácico que no aparecen, algunos de ellos, hasta bien entrado ese período; si cualquiera de éstos apareció primero en masas terrestres que ya habían quedado aisladas, podría suponerse que no habrían sido capaces de extenderse a otras masas terrestres. Estas familias son, dentro de los saurisquios, los dromeosáuridos, ornitomímidos y tiranosáuridos y, dentro de los omitisquios, los hadrosaurios, psittacosáuridos y paquicefalosáuridos, junto con todas las diversas familias de dinosaurios cornudos y con armadura. Todas estas familias son bien conocidas en Laurasia, a menudo gracias a docenas de especímenes bien conservados, pero los datos de su presencia en Gondwana se basan todos, salvo uno, en fragmentos insuficientes que no permiten una determinación satisfactoria y que, en consecuencia, pueden descartarse. La única excepción es el esqueleto de un dinosaurio primitivo con pico de pato en el Cretácico de Argentina. Semejante distribución sugiere que ya no había una buena conexión entre los dos supercontinentes en tiempos del Cretácico, aunque en algún lugar debía haber existido una ruta migratoria que permitió el paso del dinosaurio con pico de pato. (Tal vez tuvo que nadar un poco para efectuar esa migración, pues los hadrosaurios estaban mejor adaptados a una existencia semiacuática que otros dinosaurios.) Además, la ruta también podría haber estado cerrada mucho antes del final del Cretácico, pues todavía no hay pruebas de que los hadrosaurios más avanzados, que evolucionaron más tarde que las formas primitivas, consiguieran alguna vez llegar a Gondwana.

Un estudio algo más detallado de los dinosaurios de Laurasia en el Cretácico demuestra el hecho notable de que la fauna de Norteamérica oriental es como la de Europa, mientras que la fauna de Norteamérica occidental es más parecida a la de Asia. Esto confirma una deducción efectuada a partir de otra evidencia, que en tiempos del Cretácico superior Norteamérica y Eurasia estaban divididas en dos por un somero mar epicontinental que iba de norte a sur. Estos dos mares, el canal Medio-Continental y el mar de Turgai respectivamente, crearon dos

nuevos continentes en el hemisferio septentrional, «Asiamérica» (Asia más Norteamérica occidental) y «Euramérica» (Norteamérica oriental más Europa). Su existencia concuerda con el hecho de que los datos fiables sobre los dromeosáuridos, tiranosáuridos, paquicefalosáuridos, protoceratópidos, ceratópidos y paquirrinosáuridos son sólo de Asiamérica. De las cuatro subfamilias de los hadrosaurios, sólo la más primitiva, los hadrosáuridos, ha sido hallada en ambas masas terrestres. Primero apareció en el Cretácico inferior (presumiblemente antes de que se hubieran formado ambos canales marinos) y así pudo extenderse por toda Laurasia, pero las otras tres subfamilias evolucionaron a partir de ella en Asiamérica en el Cretácico superior (es de suponer que tras la formación de los canales) y así quedaron confinadas a ese continente. De modo similar, la más primitiva de las dos familias de anquilosaurios (los nodosáuridos) vivió, como los hadrosáuridos, en Euramérica y Asiamérica en tiempos del Cretácico inferior; pero la familia más avanzada (los anquilosáuridos) parece que vivió sólo en el Cretácico superior en Asiamérica, donde finalmente sustituyó a sus parientes más antiguos. Así, a fines del Cretácico superior, los anquilosáuridos eran los únicos que sobrevivían en Asiamérica, y los nodosáuridos quedaron confinados a Euramérica.

Nadie ha explicado todavía el hecho de que los dinosaurios del Cretácico superior de Asiamérica fuesen tan abundantes y diversos y que evolucionaran rápidamente para producir una serie de familias totalmente nuevas, mientras que sus contemporáneos en Euramérica eran tan pocos y tan conservadores.

Hacia fines del Cretácico superior, los ceratópidos avanzados como el *Triceratops*, uno de los últimos dinosaurios, fueron muy numerosos en Norteamérica occidental. Sin embargo, su ausencia es completa en Asia, y la sola excepción es un único hueso craneal encontrado en Mongolia. Esta distribución restringida podría indicar una falta de exposiciones de yacimientos del Cretácico más superior en Asia, o bien la presencia de una barrera formada más recientemente entre Siberia y Alaska —tal vez otro mar epicontinental— que dificultaba la migración hacia el oeste de los ceratópidos. La distribución de los mamíferos favorece la última explicación.

En cuanto a las faunas dinosaurias del Cretácico superior de las diversas partes de Gondwana, se ha dicho que son todas muy similares. No obstante, la mayoría de los dinosaurios comprendidos en ella pertenecen a grupos que aparecieron por primera vez en el Cretácico inferior o incluso en el Jurásico y que estaban ya ampliamente distribuidos antes de que Gondwana se dispersara. Esto significa que las similitudes del Cretácico superior indican meramente el descenso de un antepasado común y no implican por fuerza la existencia de conexiones terrestres contemporáneas entre las diversas partes del supercontinente. En cualquier caso, las similitudes no son tan grandes como generalmente se cree; también hay diferencias entre las faunas sudamericana y africana.

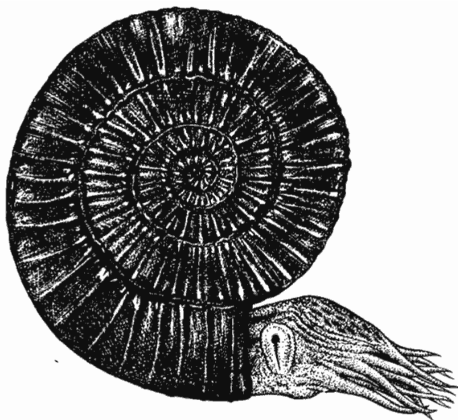
A fines del Cretácico, todos los dinosaurios se extinguieron. El siguiente capítulo, el último del libro, se ocupa del tema fascinante de su extinción.

XIX. LA MUERTE DE LOS DINOSAURIOS

Todo experto en fósiles —especialmente en dinosaurios— afirmará que hay una pregunta que le formulan con más frecuencia que cualquier otra: «¿Por qué se extinguieron los dinosaurios?» La extinción de estos grandes reptiles, hace unos 65 millones de años, parece encerrar más interés y fascinación que cualquier otro problema del mundo prehistórico. Es una lástima que pocas personas muestren interés por el *origen* de los dinosaurios, cómo evolucionaron y por qué. Estos temas no sólo son más importantes, sino que, como hemos visto, sobre ellos tenemos pruebas más evidentes.

Casi todo el mundo divide a los animales y plantas en dos grupos: vivos y extintos. Suponen que algunos han tenido éxito y ello les ha permitido sobrevivir hasta el presente, mientras que otros no lo tuvieron y se extinguieron. Este segundo grupo es el que incluye a los dinosaurios. Pero ya hemos visto en el capítulo II que todo es cambiante, de modo que ninguno de los animales y plantas de antaño existe hoy en la misma forma que

tenía en otro tiempo. En ese sentido, *todos* los animales y plantas prehistóricos se han extinguido. Sin embargo, no es posible que ninguno de ellos haya tenido éxito. Los dinosaurios, por ejemplo, son animales ciertamente extintos, pero eso no quiere decir que fracasaran en la lucha por su existencia. La descripción que hicimos de ellos en el capítulo I, tal como se suele imaginar a los dinosaurios —lentos, torpes, estúpidos e incapaces de encontrar las vastas cantidades de alimentos que necesitaban sus cuerpos enormes— está muy lejos de la verdad. Y podemos estar seguros de que todos los animales y plantas que viven en la actualidad se extinguirán a su vez. Después de todo, si lo miramos desde el futuro, el presente no será más que otro momento del pasado..., en nada distinto a cualquiera de los demás momentos.



Reconstrucción de un ammonites dentro de su concha. Sin duda los ammonites formaron parte importante de la dieta de los grandes reptiles, como los mosasaurios (se han encontrado conchas con marcas de dientes de estos reptiles).

Por otro lado, podríamos restringir el uso de la palabra «extinto» sólo para aquellas especies prehistóricas de animales y plantas que se extinguieron sin dejar ningún descendiente. En este sentido, puede argumentarse que los dinosaurios en su conjunto *no* se han extinguido, pues, como hemos visto en el capítulo XVII, algunos científicos creen que los dinosaurios fueron los antepasados de las aves. Sin embargo, de ser cierto

que las aves proceden de los dinosaurios, sería sólo de un grupo particular de ellos —los celurosaurios— y habrían evolucionado, por cierto, de unos celurosaurios bastante primitivos. Todos los demás grupos de dinosaurios, y más tarde también los celurosaurios, se extinguieron rápidamente sin dar origen a ninguna otra rama evolutiva, de modo que en este caso podemos hablar de extinción real.

Ya hemos visto que los estratos del Cretácico superior contienen muchas clases diferentes de dinosaurios, algunos de ellos —especialmente los que se alimentaban de plantas como los que tenían pico de pato y los ceratópidos cornudos— en grandes cantidades. Pero si continuamos ascendiendo en los estratos de las rocas, desaparecen de súbito. No hay un solo hueso ni el menor rastro de la existencia de los dinosaurios. Lo más notable de esto es que no fueron sólo los dinosaurios del Cretácico superior los que se extinguieron a la vez, sino también, al mismo tiempo, muchos otros animales —entre ellos los pterodáctilos voladores y los grandes reptiles marinos (ictiosaurios, plesiosaurios y mosasaurios). Los ammonites también desaparecieron al final del período Cretácico. Éstos constituían un grupo de animales marinos bastante parecidos a los pulpos y las sepias, pero provistos de conchas en espiral, a menudo bellamente decoradas, que se encuentran en grandes cantidades en muchos de los estratos formados en los mares durante la Era de los Dinosaurios. Ninguno de estos animales dejó ningún descendiente, de modo que todos están verdaderamente extintos. Naturalmente, diversas especies de dinosaurios se fueron extinguiendo durante el tiempo en que este grupo dominó la tierra. Incluso familias enteras se extinguieron mucho antes de que terminara la historia de los dinosaurios (como los prosaurópodos, en un tiempo muy abundantes, que desaparecieron misteriosamente al principio del Jurásico). Y hasta el último momento fueron evolucionando nuevos dinosaurios para sustituir a las formas primitivas. De hecho, hubo una verdadera explosión de dinosaurios totalmente nuevos en la segunda mitad del período Cretácico. Pero incluso si las extinciones al final de aquel período no fueron tan inmediatas y repentinas como les gusta creer a algunas personas, sí fueron completas. Los

únicos reptiles que sobrevivieron al final del Cretácico fueron los pocos grupos que todavía viven hoy, las tortugas marinas y terrestre, los lagartos y serpientes, los cocodrilos y el tuatara (véanse pp. 42-43).

Ahora llega la pregunta importante. ¿Qué causó todas estas extinciones en un momento particular, aproximadamente hace 65 millones de años? Se han sugerido docenas de razones, algunas serias y juiciosas, otras del todo disparatadas, y algunas más que no pasan de ser chistosas. Cada día surgen nuevas teorías sobre este complejo problema. Lo malo es que si hubiéramos de encontrar *una* sola razón que sirva para todos los casos, tendríamos que explicar las muertes, al mismo tiempo, de animales tanto terrestres como marinos. Pero lo cierto es que no es así, ya que sólo se extinguieron algunos de estos animales, y muchos de los que vivían en la tierra o en el mar siguieron viviendo normalmente en el siguiente período. La verdad es que no existe esa única explicación.

Echemos, sin embargo, un vistazo a algunas de estas teorías. En 1963, un profesor norteamericano (Glenn Jepsen, de la Universidad de Princeton) relacionó unas cuarenta y seis teorías, y ha habido muchas más desde entonces. Tal vez se produjeron cambios importantes en el medio ambiente. ¿Qué ocurría en la geografía mundial a fines del Cretácico debido a la deriva de los continentes? ¿Fue una época de alzamiento de montañas y la corteza terrestre sufrió cambios violentos? ¿Qué les sucedía al clima y las estaciones, a la vegetación y a los animales invertebrados? Es posible que intervinieran todos estos factores... ¡o ninguno de ellos!

Como hemos visto, el final del Cretácico fue una época en la que las dos grandes masas terrestres de Laurasia y Gondwana casi habían terminado de dividirse en los pequeños continentes que conocemos hoy. Laurasia se estaba fragmentando en Norteamérica, Groenlandia y Europa más la mayor parte de Asia. Gondwana se dividía en Sudamérica, África más Oriente Medio, Madagascar, India, Australia y la Antártida. En general, se supone que durante la Era de los Dinosaurios el clima era bastante cálido, con una diferencia mucho menor de la que hay ahora entre las temperaturas de los Polos y el Ecuador y

entre las temperaturas de invierno y de verano. Los cambios geográficos podían haber afectado ciertamente tanto a las temperaturas como a las lluvias. Ha habido diversas teorías en el sentido de que, a fines del Cretácico, el mundo se hizo más cálido o más frío, más húmedo o más seco, con distintas combinaciones entre estas circunstancias, y probablemente es cierto que hubo un notable aumento de las diferencias latitudinales de temperatura (es decir, según la distancia del Ecuador) y de temperatura estacional (según el período del año).

Las razones más juiciosas sugeridas para la extinción de los dinosaurios incluyen estos cambios de temperatura (el tiempo se hizo demasiado cálido o demasiado frío, al menos durante parte del año) y de régimen de lluvias (se hizo demasiado seco, causando la desaparición de los pantanos y lagos en los que se supone que habían vivido muchos de los dinosaurios, o demasiado húmedo, ocasionando inundaciones). Los movimientos de la corteza terrestre podrían haber producido los mismos efectos. La película de Walt Disney, *Fantasía*, mostraba a los dinosaurios del Cretácico (¡incluyendo un *Stegosaurus* del Jurásico!) arrastrándose hacia su muerte irremediable por un cálido desierto sin agua.

Es posible también que, hacia fines del Cretácico, los inviernos se hicieran tan fríos que los dinosaurios —si eran de sangre caliente— ya no pudieran soportarlo, pues carecían de pelaje o de plumas. Pero, por otro lado, si hubieran sido de sangre fría habrían tenido que permanecer quietos o inactivos durante los largos y fríos inviernos. En cualquier caso, ¡eran demasiado grandes para hibernar! Pero una vez más nos encontramos con el mismo problema: si los fríos inviernos ocasionaron la extinción de los dinosaurios, ¿por qué no resultaron afectados sus parientes los crocodilios? ¿Quizá se debió su supervivencia al entorno acuático, ya que la temperatura del agua permanecía relativamente estable?

Otros cambios en el entorno que han sido sugeridos en distintas épocas como posibles causas de la extinción de los dinosaurios son los cambios en la posición del eje de rotación de la tierra, la inversión del cambio magnético terrestre (esto, desde

luego, ocurre con frecuencia, el Polo Norte magnético se convierte en el Polo Sur magnético y viceversa), cambios en la gravedad, en la presión o composición del aire (especialmente demasiado oxígeno producido por las plantas) y radiación cósmica.

Quizá los dinosaurios se murieron de hambre. Es posible que hubiera cambios en la vegetación de la que se alimentaban (aunque, de hecho, el gran cambio —la proliferación de gran cantidad de plantas con flores— se produjo a mediados del Cretácico). Una interesante idea formulada en 1962 supone que la aparición de las plantas con flores trajo consigo la aparición de las mariposas (aunque no se conocen fósiles de las mismas hasta mucho después). Las orugas de estos insectos se alimentaban casi exclusivamente de plantas; hoy su número se mantiene reducido gracias a sus principales enemigos naturales, los pájaros, pero cuando las mariposas aparecieron por primera vez en el escenario de la vida, los pájaros todavía no estaban allí. En consecuencia, durante algún tiempo la población de orugas aumentaría sin freno alguno, comiendo tanto alimento vegetal que no quedó nada para los dinosaurios herbívoros, de modo que éstos morirían de hambre y, tras ellos, los dinosaurios carnívoros.

También podría ser que los dinosaurios se quedasen sin una clase concreta de alimento que les era imprescindible, o de un elemento como el calcio. Otra posibilidad es que hubiera demasiados dinosaurios carnívoros, que se comieron a todos los herbívoros y luego ellos mismos murieron de hambre. Una idea popular es que los pequeños mamíferos del Cretácico eran muy aficionados a los huevos de dinosaurio y comieron tantos de ellos que dichos animales se extinguieron.

A veces se ha sugerido un envenenamiento de los dinosaurios, por medio de venenos en el agua que bebían o las plantas que comían. Últimamente un científico ha mostrado (mediante experimentos con tortugas) que los reptiles modernos tienen un sentido del gusto muy deficiente. Si esto fuese cierto también con respecto a los dinosaurios, es posible que no hubieran podido percibir los alcaloides amargos y venenosos contenidos en

algunas de las plantas con flores que evolucionaron en tiempos del Cretácico superior, y que hubieran perecido así.

Ni que decir tiene que hay argumentos en pro y en contra de estas innumerables teorías. Otras causas podrían ser la existencia de parásitos, enfermedades, luxaciones de los discos intervertebrales, cerebro reducido y mayor estupidez, excesiva especialización e incapacidad de cambio, crecimiento desmesurado o «vejez racial» (sea eso lo que fuere). Pero, por una razón u otra, es posible objetar a todas estas explicaciones. La idea más reciente, de 1982, es que el calentamiento gradual de la tierra provocó cataratas prematuras en los ojos de los dinosaurios; éstos se quedaron ciegos y murieron antes de llegar a la edad de la reproducción.

Entre las causas aún menos probables para explicar la muerte de los dinosaurios, figuran gases venenosos, polvo volcánico, meteoritos, cometas, manchas solares, la voluntad de Dios, suicidio en masa (¡como los ratones de Noruega o *lemmings*! [ejemplos cuya veracidad fue desmentida por recientes estudios]) y guerras.

Una nueva y respetable variante en el tema de los meteoritos es que un gran asteroide, de entre 6 y 15 km. de diámetro, colisionó contra la tierra; la enorme nube de polvo eclipsó la luz solar durante años, destruyendo la mayor parte de la vida vegetal y causando la completa extinción de los dinosaurios. Totalmente ridícula es la idea de que los dinosaurios fueron muertos por hombres de las cavernas, pues sabemos que los últimos dinosaurios murieron más de 60 millones de años antes de que apareciera cualquier clase de hombre. Las tres últimas causas que mencionaremos son los ataques por pequeños cazadores verdes que volaban en platillos, la falta de espacio para los dinosaurios, incluso de pie, en el Arca de Noé y el puro aburrimiento de su mundo prehistórico. Estas sugerencias nos parecen chistosas, pero quizá quienes las formularon primero se las tomaban muy en serio.

Un reflexivo ensayo sobre el tema de la extinción de los dinosaurios, publicado recientemente, sostiene la poco ortodoxa creencia de que su extinción nada tiene de extraordinario.

Según este punto de vista, el número de especies fue disminuyendo de un modo relativamente lento en los últimos millones de años del Cretácico, de tal suerte que la desaparición definitiva de los dinosaurios no difirió, en lo esencial, de la de otros grupos importantes ahora extinguidos. (Sólo sus a menudo enormes dimensiones, su aspecto a veces extraño y la irreal imagen que nos hacemos de ellos nos han hecho pensar en su desaparición como algo muy especial.) Por consiguiente, no es necesario invocar un acontecimiento desusado para explicar su muerte y, desde luego, no un acontecimiento extraterrestre.

En conclusión, sólo podemos confesar nuestra ignorancia completa de las causas verdaderas de la extinción de los dinosaurios y limitarnos a decir que las desconocemos. Cualquier otra cosa que hiciéramos al respecto sería poco científica. Tal vez la verdadera respuesta radique en una combinación de las varias ideas que acabamos de mencionar. Por otro lado, podría tratarse de algo por completo diferente. En cualquier caso, es posible que jamás conozcamos la respuesta y que, por muchos más datos que descubramos sobre los dinosaurios, el problema de su extinción siga siendo para siempre uno de los grandes misterios sin resolver de la ciencia.

CLASIFICACION GENERAL DE LOS DINOSAURIOS (Y OTROS ARCOSAURIOS)

Esta clasificación incluye todos los géneros de arcosaurios mencionados en el texto y en los pies de las ilustraciones, y ninguno más. Se agrupan en órdenes, subórdenes e infraórdenes. Sin embargo, en aras de la simplicidad, generalmente hemos omitido en este libro las referencias a los grupos más pequeños; sólo algunas familias y una subfamilia se han mencionado en el texto (sobre todo al comentar la distribución geográfica). En consecuencia, en esta clasificación sólo relacionamos los nombres de familia cuya terminación es «idos».

Clase REPTILES
- Subclase ARCOSAURIOS
  - Orden TECODONTOS
    - Suborden PROTEROSUQUIOS
      - *Chasmatosaurus*
      - *Erythrosuchus*
    - Suborden PSEUDOSUQUIOS
      - *Euparkeria*
      - *Mandasuchus* } (Prestosuquidos)
      - *Ticinosuchus* } (Prestosuquidos)
      - *Scleromochlus*
    - Suborden AETOSAURIOS
      - *Desmatosuchus* (Estagonolepídidos)
    - Suborden FITOSAURIOS
      - *Rutiodon*
  - Orden CROCODILIOS
    - *Metriorhynchus*
  - Orden PTEROSAURIOS
    - *Dimorphodon*
    - *Rhamphorhynchus*
    - *Pterodactylus*
    - *Pteranodon*

[A partir de aquí comienzan los «Dinosaurios»]

Orden SAURISQUIOS
Suborden TERÓPODOS
Infraorden CELUROSAURIOS
Procompsognathus
Compsognathus
Coelophysis
Coelurus
Ornithomimus (Ornitomímidos)

Infraorden DEINONICOSAURIOS
Deinonychus (Dromeosáuridos)

Infraorden incierto
Deinocheirus

Infraorden CARNOSAURIOS
Megalosaurus
Allosaurus
Dilophosaurus
Ceratosaurus
Altispinax
Spinosaurus
Tyrannosaurus } (Tiranosáundos)
Tarbosaurus

Suborden SAUROPODOMORFOS
Infraorden PROSAURÓPODOS
Anchisaurus
Massospondylus
Riojasaurus
Plateosaurus

Infraorden incierto
Mussaurus

Infraorden SAURÓPODOS
Cetiosauriscus
Diplodocus
Apatosaurus (= Brontosaurus)
Hypselosaurus
Barosaurus
Brachiosaurus
Supersaurus

Orden ORNITISQUIOS

Suborden ORNITÓPODOS

Lesothosaurus
Heterodontosaurus
Dryosaurus
Hypsilophodon
Thescelosaurus
Troodon
Camptosaurus
Iguanodon
Ouranosaurus
Trachodon, *Anatosaurus*, *Edmontosaurus*, *Orthomerus*, *Corythosaurus*, *Kritosaurus*, *Lambeosaurus*, *Procheneosaurus*, *Saurolophus*, *Parasaurolophus* (Hadrosáuridos)
Psittacosaurus (Psittacosáuridos)
Pachycephalosaurus, *Stegoceras* }(Paquicefalosáuridos)

Suborden CERATOPIOS

Protoceratops (Protoceratópidos)
Monoclonius, *Chasmosaurus*, *Styracosaurus*, *Triceratops*, *Pentaceratops* (Ceratópidos)
Pachyrhinosaurus (Paquirrinosáuridos)

Suborden ESTEGOSAURIOS

Stegosaurus
Kentrosaurus

Suborden ANQUILOSAURIOS

Hylacosaurus *(= ¿Polacanthus?)*, *Panoplosaurus* (Nodosáuridos)
Ankylosaurus }(Anquilosáuridos)

Euoplocephalus
Scolosaurus

Suborden incierto
Scelidosaurus

AGRADECIMIENTOS POR LAS ILUSTRACIONES

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones, por concedernos su autorización para reproducir las ilustraciones que a continuación exponemos:

Fotografía de la pág. 133: Departamento de Paleobiología, Academia Polaca de la Ciencia, Varsovia.

Fotografía de la pág. 22: A. A. Allen.

Fotografía de la pág. 35: C. P. Nuttall.

Dibujo de la pág. 45: «Express News and Feature Services», Londres.

Fotografía de la pág. 59: Monumento Nacional al Dinosaurio, Utah.

Fotografía de la pág. 60: Instituto de Paleontología, París.

Fotografía de la pág. 66: H. W. Ball.

Fotografía superior de la pág. 67: A. J. Charig.

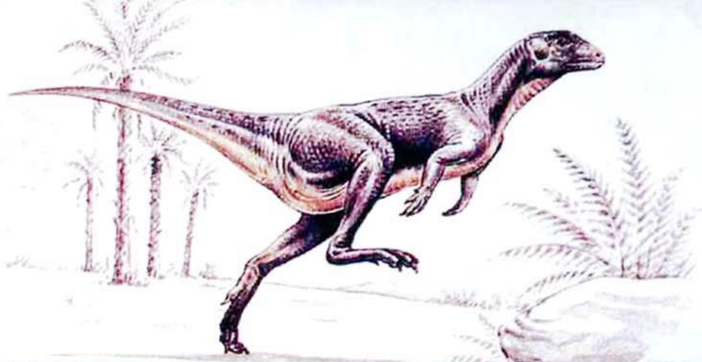
Fotografías de las págs. 142 y 176: Museo de la Naturaleza, Berlín.

Fotografía de la pág. 143: J. F. Bonaparte.

Fotografía de la pág. 144: J. A. Jensen.

Fotografía de la pág. 163: Museo Americano de Historia Natural, Nueva York.

Todas las demás fotografías pertenecen al Museo Británico (Historia Natural).



"Dinosaurio". Esta sugerente palabra evoca exóticos parajes prehistóricos poblados por criaturas gigantescas que se movían con paso lento y torpe, y que terminaron desapareciendo misteriosamente de la faz del planeta. Pero esta vaga imagen, si bien contiene elementos de verdad, dista mucho de ser precisa. ¿Todos los grandes reptiles del pasado fueron dinosaurios? ¿No habría entre ellos algunos ágiles y listos? ¿Fueron todos tan enormes como se les suele describir? ¿Por qué sufrieron una extinción masiva hace 65 millones de años?

Pocas personas podrían responder a estas y otras interesantes preguntas acerca de los dinosaurios con tanta autoridad y claridad como lo hace el paleontólogo Alan Charig en este libro. El profesor Charig, que ostenta el cargo de director del laboratorio paleontológico del Museo Británico de Historia Natural, es uno de los más reputados especialistas en dinosaurios del mundo. En su faceta de divulgador científico ha publicado numerosos artículos y varios libros para el gran público, y ha realizado una serie de televisión para la BBC sobre la historia de los vertebrados.